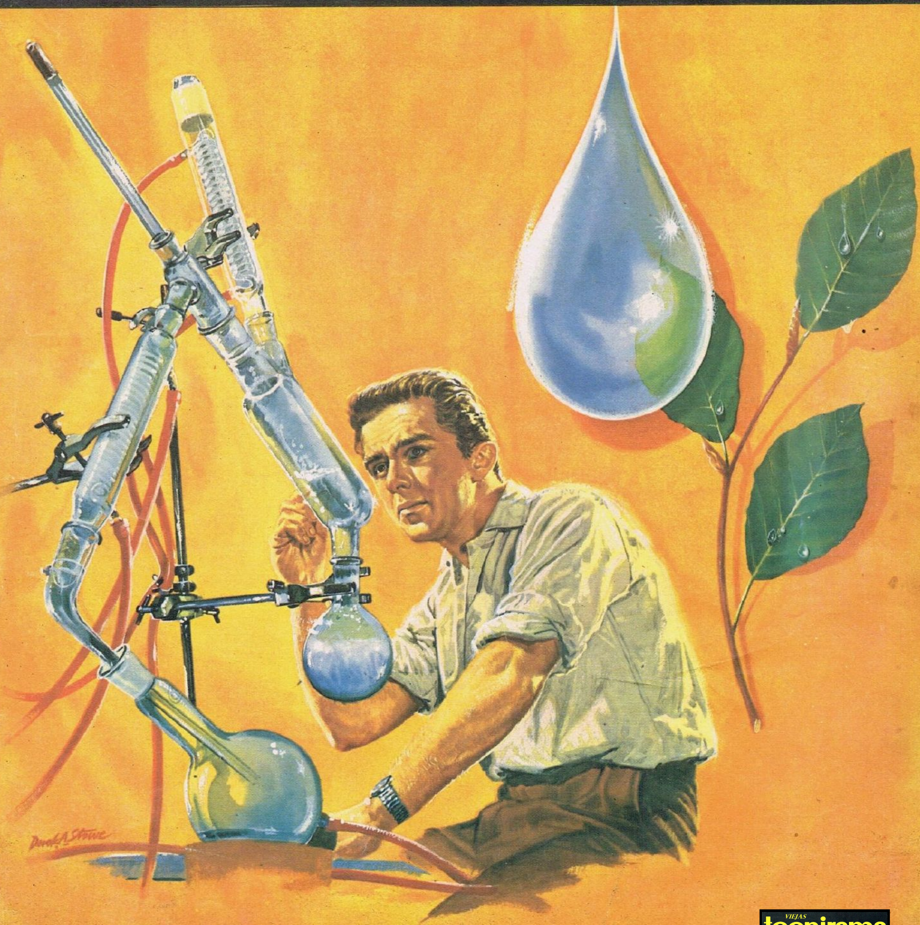
Nº 1

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA



TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo al que corresponden.

AÑO I
TOMO I



Nº 1

Publicada en Argentina por

EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES

Distribuidores, Agentes de Suscripciones y Venta de Números Atrasados, ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana S. A., Carrera 7ª nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924. San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S. A., Santo Domingo 1175, Santiago. **EL SALVADOR:** Distribuidora Salvadoreña S. A., Av. España 344, San Salvador. **ESPAÑA:** Central Española de Publicaciones S. A., Balmes 96, Barcelona. **GUATEMALA:** De la Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Srta. Hortensia Tijerino, Salvador Mendieta 111, Tegucigalpa. **MÉXICO:** Distribuidor Dispublex S. A., Dir. responsable Marcial Frigolet, Hamburgo 108, México D. F. **NICARAGUA:** Elías Argeñal (h.). **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S. A., Jirón de la Unión 284, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Compañía Uruguaya de Ediciones S. A., 25 de Mayo 620, Montevideo. **VENEZUELA:** Venezolana de Publicaciones C. A., Princ. a Sta. Capilla 4, Caracas.

Semanario ilustrado publicado por Editorial Codex S. A., Bolívar 578, Buenos Aires, Argentina. Director: Nicolás J. Gibelli.

Correo Apartado Central B	TARIFA REDUCIDA
	CONCESION EN TRAMITE

TEMA DE LA CUBIERTA:

El agua, substancia esencial en el laboratorio y para la vida.



NOTICIAS DE HOY

Lámpara de yodo. — En las lámparas comunes el filamento incandescente de tungsteno despide moléculas que se depositan contra el vidrio y lo oscurecen. Philips, de Holanda, acaba de recurrir al ciclo del yodo para evitarlo. Se introduce en la ampolla una cantidad ínfima de este metaloide (1/10 de miligramo por centímetro cúbico); el yodo gaseoso forma, con las moléculas de tungsteno desprendidas, un ioduro de tungsteno que al tocar el filamento incandescente **se descompone y le restituye el tungsteno.** Desgraciadamente, este cazador de partículas evadidas sólo se puede utilizar en lámparas poderosas porque exige para ser eficaz una temperatura mínima de 600 grados, es decir, paredes de cuarzo.

Cerebros electrónicos. — Los procesos de programación y el "lenguaje" de las computadoras son tan particulares que para definirlos se ha compuesto un diccionario especial de casi 700 términos.

Se acaban las rubias. — En 1900, 65 de cada 100 británicas eran rubias; hoy sólo el 30 % lo es. Su disminución es paralela en Suecia, Noruega, Dinamarca, Canadá y Australia. Aunque la alimentación actual, variada y rica en grasas, oscurece el cabello, la causa principal del decremento parece ser la selección natural: las rubias resisten menos que las morochas a las enfermedades de la vida urbana e industrializada.

Caza de aerolitos. — La mayoría de los meteoritos se consume totalmente en la atmósfera. Sólo unos pocos, los mayores y por lo tanto los más brillantes, llegan hasta el suelo. Su conocimiento es importante, y la N.A.S.A. instalará, en siete Estados del oeste norteamericano, una red de 16 estaciones con cámaras fotográficas de gran abertura de campo (80°), que permitirán calcular su trayectoria e ir a buscarlos. Además, por el estudio de su luminosidad, velocidad y órbita se conocerá su origen.

Enantatos. — Se ven actualmente muchos medicamentos inyectables en cuya fórmula figura la palabra "enantato". Se trata de compuestos del ácido enantílico, enántico o heptanoico (es decir, de 7 carbonos). La difusión de estos productos se debe a que los enantatos son absorbidos muy lentamente y permiten administrar con intervalos de 15 días hormonas o tranquilizantes que antes debían darse cotidianamente.



NOTICIAS DE MAÑANA

Lubricantes con plásticos. — El teflón (químicamente politetrafluoretileno) es un plástico que se distingue por su resistencia al calor y a los agentes químicos y que se usa para trabajar bajo condiciones extremas. Son conocidas sus aplicaciones en electricidad, en ciertas tuberías y como cubierta de protección. Ahora la compañía Du Pont de los Estados Unidos prepara un lubricante que lo contiene y que resiste las temperaturas extremas, las altas presiones y la acción corrosiva de la humedad. Su mecanismo es el siguiente: el teflón se deposita automáticamente en los puntos de fricción, en forma de capa protectora que asegura un tiempo de servicio muy prolongado. Cuando el lubricante se consume, el teflón residual, tenaz y de bajo coeficiente de rozamiento, sigue evitando el desgaste.

Atmósferas separadas. — Parece haberse demostrado mediante aerosoles radiactivos que las formidables corrientes ascendentes que existen en las regiones ecuatoriales originan una especie de barrera entre los hemisferios norte y sur de la Tierra. Esta barrera ocupa toda la altura de la troposfera (capa de la atmósfera comprendida entre el suelo y los 11 Km. de altura). Dicho de otro modo, un noruego y un argentino no respiran nunca el mismo aire y no sería imposible que una guerra bacteriológica o nuclear librada en el hemisferio norte afectara muy poco al hemisferio sur. Claro está que se trata de una mera hipótesis.

La pantalla que retiene imágenes. — Se trata de un importante invento electroquímico. Funciona eléctricamente, se ilumina en cuanto recibe luz y conserva la imagen luminosa durante treinta minutos por lo menos. Es de origen británico.



La TIERRA, así como el universo, se compone de átomos.



Todos los SERES VIVOS se componen también de átomos.



Todas las PLANTAS se componen, asimismo, de átomos.



Todos los OBJETOS INANIMADOS se componen de átomos.

TODO ESTÁ HECHO DE ÁTOMOS...

pero... ¿de qué se componen los átomos?

Con las letras del alfabeto pueden formarse centenares de miles de palabras. De la misma manera, los millones de compuestos químicos resultan de la combinación de sólo 92 materiales básicos llamados "elementos". Un elemento es una sustancia que no puede descomponerse por medios químicos ordinarios *y un átomo es la menor porción posible de un elemento.*

ESTRUCTURA DEL ÁTOMO

En el centro hay un núcleo, con carga eléctrica positiva. A su alrededor giran electrones con cargas eléctricas negativas. El núcleo es mucho más chico que el átomo —su diámetro es unas 20.000 veces menor que el de éste—. O sea que el átomo está casi vacío. Pero la fantástica velocidad de los electrones y sus continuos cambios de trayectoria hacen que formen una especie de capa continua alrededor del núcleo.

Cada segundo un electrón recorre miles de kilómetros y da miles de billones de vueltas.

En próximos números veremos la importancia práctica de estos hechos.

NÚMERO ATÓMICO

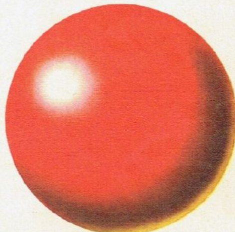
Es de importancia primordial en química. En un átomo normal, las cargas negativas de los electrones se equilibran con las cargas positivas de otros tantos *protones* del núcleo. Hay pues, igual cantidad de electrones y de protones. El número de protones del núcleo es el *número atómico* del elemento, que va desde 1 (hidrógeno) hasta 92 (uranio) para los elementos naturales. Se ha logrado preparar elementos artificiales, poco estables, hasta el número 103; y se espera llegar hasta el 110.

CAPAS DE ELECTRONES

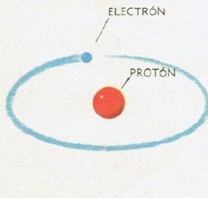
Las órbitas electrónicas se disponen en series de capas. La interior no puede contener más de dos electrones; la segunda, no más de ocho. De las siguientes nos ocuparemos en números venideros.

El hecho de que una capa esté o no completa es fundamental, porque todos los cambios químicos ordinarios dependen de la disposición y el movimiento de los electrones periféricos. *Es el número de electrones de la órbita exterior quien decide la naturaleza química del elemento.* Desarrollaremos esto en otros artículos.

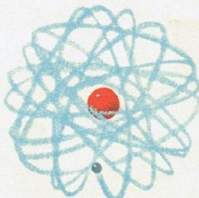




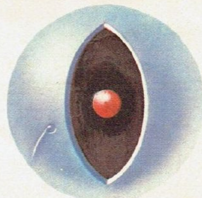
Todos los átomos son tan increíblemente pequeños que si la llave de la figura creciera hasta rodear la Tierra (40.000 kilómetros) ninguno de sus átomos sería mayor que la esfera roja.



Un átomo de hidrógeno se compone de un solo electrón que se mueve alrededor de un protón único, como un planeta alrededor del Sol.



La órbita de los electrones cambia tan rápidamente que éstos parecen tejer una capa sólida alrededor del núcleo.



Aquí se muestra la órbita del electrón como una capa, cortada de modo que se vea el protón en el centro de la misma.

Mediante los diagramas se puede verificar el número atómico y el peso atómico de los elementos.

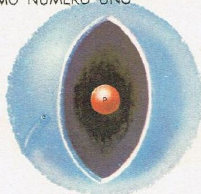
LOS OCHO PRIMEROS TÉRMINOS DE LA LISTA DE LOS ELEMENTOS

Nombre	Símbolo	Número atómico	Peso atómico
Hidrógeno	H	1	1
Helio	He	2	4
Litio	Li	3	7
Berilio	Be	4	9
Boro	B	5	11
Carbono	C	6	12
Nitrógeno	N	7	14
Oxígeno	O	8	16

Se conocen 92 elementos naturales.

HIDRÓGENO H

ÁTOMO NÚMERO UNO



PROTONES + 1 + **EQUILIBRA** −1 **ELECTRONES —**

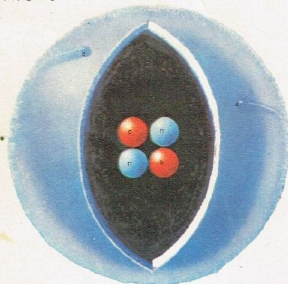
NÚMERO ATÓMICO = 1

PESO ATÓMICO = 1

El hidrógeno es el elemento más abundante en el "universo" (90 %).

HELIO He

ÁTOMO NÚMERO DOS



PROTONES 2 + + **EQUILIBRAN** — — 2 **ELECTRONES**

NÚMERO ATÓMICO = 2

Partículas en el núcleo = Protones (p) **2**

Neutrones (n) **2**

PESO ATÓMICO = **4**

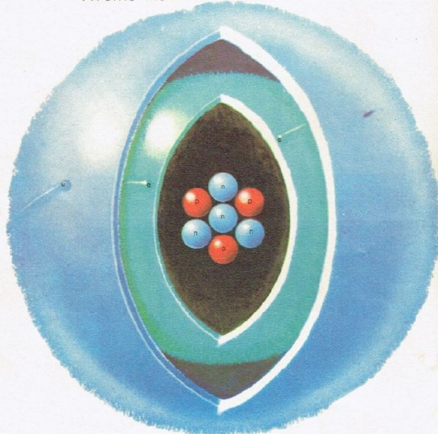
2 ELECTRONES EN ÓRBITA

AMBOS PERMANECEN A LA MISMA DISTANCIA DEL NÚCLEO Y FORMAN LA CAPA Nº 1.

El helio es el gas más difícil de licuar (casi 269 grados centígrados bajo cero). Es químicamente inerte porque la capa Nº 1 está completa con dos electrones. Una vez licuado se comporta de manera "extraño".

LITIO Li

ÁTOMO NÚMERO TRES



+ PROTONES 3 + + + **EQUILIBRAN** — — — 3 **ELECTRONES —**

NÚMERO ATÓMICO = 3

Partículas en el núcleo = Protones (p) **3**

Neutrones (n) **4**

PESO ATÓMICO = **7**

3 ELECTRONES EN ÓRBITA

2 PERMANECEN EN LA CAPA INTERIOR
1 FORMA LA CAPA Nº 2

El litio es el más ligero de los metales (densidad 0,53; la del agua es casi el doble). Conduce la electricidad porque su electrón exterior, solitario en una capa que se completa con ocho electrones, es algo "vagabundo".

PESO ATÓMICO

El protón tiene carga positiva y masa. El electrón tiene una carga negativa equivalente, pero su masa es despreciable: unas 1.840 veces menor que la del protón. Hay otro elemento, el *neutrón*, sin carga pero con masa igual a la del protón. El neutrón es responsable, como puede verse en las ilustraciones, de que un elemento con un número atómico doble del de otro no tenga siempre un peso doble. La presencia de más o menos neutrones en el núcleo no cambia sin embargo la naturaleza química del elemento.

Hay así átomos aberrantes, con más o menos neutrones que la cifra normal. Se los llama *isótopos*, y son muy importantes. Los más conocidos son el hidrógeno pesado, el uranio 235 y el carbono 14; pronto los estudiaremos.

ALGUNOS DATOS

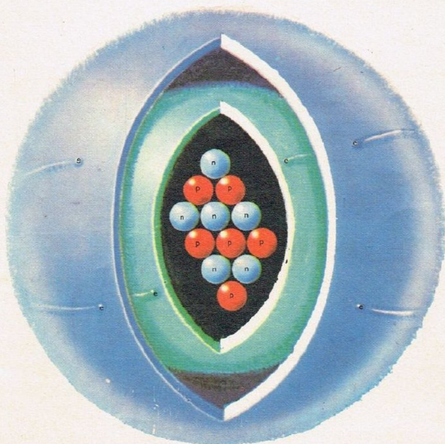
El radio del neutrón es la medida menor que se conoce en forma concluyente: es de 0,000 000 000 000 007 mm.

El peso del electrón se expresa en gramos por la cantidad de 91 precedido por 28 ceros después de la coma.

El protón pesa 1.837 veces más que el electrón. En gramos, este peso se expresa por la cifra 167 precedida de 25 ceros.

CARBONO — C

ÁTOMO NÚMERO SEIS



+ PROTONES — ELECTRONES —

6 + + + + + + — EQUILIBRAN — − − − − − − 6

NÚMERO ATÓMICO = 6

Partículas en el núcleo =	Protones (p)	6
	Neutrones (n)	6
	PESO ATÓMICO =	12

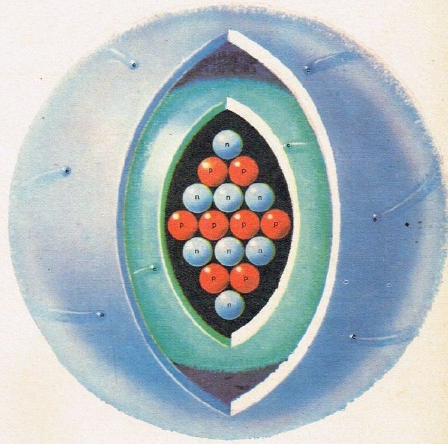
6 ELECTRONES EN ÓRBITA

2 EN LA CAPA INTERIOR
4 EN LA CAPA Nº 2

El carbono forma parte de todos los compuestos orgánicos, de los que se conocen más de un millón. Sus combinaciones son más numerosas que las de todos los demás elementos juntos.

OXÍGENO — O

ÁTOMO NÚMERO OCHO



+ PROTONES — ELECTRONES —

8 + + + + + + + + — EQUILIBRAN — − − − − − − − − 8

NÚMERO ATÓMICO = 8

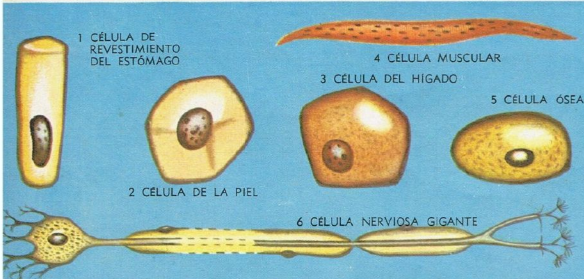
Partículas en el núcleo =	Protones (p)	8
	Neutrones (n)	8
	PESO ATÓMICO =	16

8 ELECTRONES EN ÓRBITA

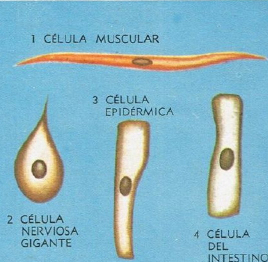
2 EN LA CAPA INTERIOR
6 EN LA CAPA Nº 2

El oxígeno es el elemento más abundante de la corteza terrestre. Tiende a unirse a otros elementos para completar de esta manera su capa exterior de ocho electrones con los dos que "le faltan".

TODOS LOS ORGANISMOS SE COMPONEN DE CÉLULAS

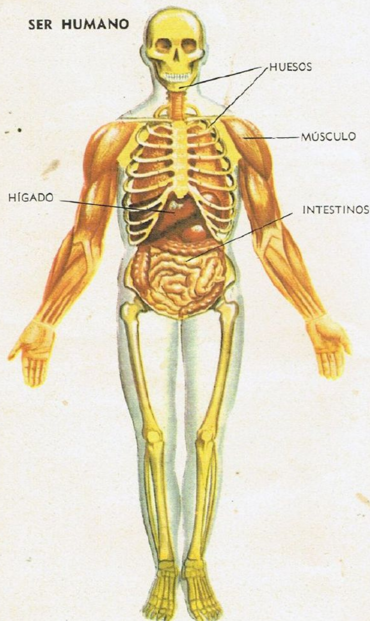


CÉLULAS DEL HOMBRE. (1) Célula de revestimiento del estómago, 3 milésimas de milímetro. (2) Célula de las capas internas de la epidermis, 1 ½ milésimos de milímetro. (3) Célula hepática, 3 milésimos de milímetro. (4) Fibra muscular, de un espesor de 1 a 10 milésimos de milímetro y una longitud que puede llegar a 50 centímetros. (5) Célula ósea, 2 milésimos de milímetro. (6) Célula nerviosa, cuya prolongación puede tener casi 1 m. de largo y un espesor de 0,002 mm.

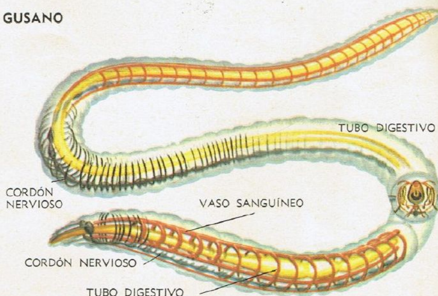


CÉLULAS DE UN GUSANO. (1) Muscular, 1 milímetro. (2) Célula nerviosa gigante de la cadena ganglionar ventral, 1 décimo de milímetro. (3) Célula de la piel, algo más de 0,1 mm. (4) Célula del intestino, 0,1 mm.

SER HUMANO



GUSANO



Las células son los ladrillos de los edificios vivientes. Dícese que la célula es la unidad elemental de la vida porque todo organismo *comienza* con una célula, porque aún los más pequeños seres autónomos se componen de una célula *completa*, y porque la célula es la menor porción de un órgano que pueda vivir aislada (por ejemplo, en los cultivos de tejidos).

LA ESTRUCTURA DE LA CÉLULA

Es un error suponer que las células son una "materia prima" simple y homogénea. Se trata de edificios complejos, que difieren mucho entre sí según la tarea especial que realizan. Sin embargo, el microscopio electrónico muestra que *todas las células se componen de las mismas estructuras elementales* u "organitos". Más adelante estudiaremos este plan general, del cual el núcleo es la parte básica, pues dirige el funcionamiento general y transmite a la descendencia los caracteres hereditarios.

TAMAÑO DE LAS CÉLULAS

Las células son muy pequeñas, y se miden en milésimos de milímetros: la sangre de una persona de 50 kilos contiene unos 20 billones de glóbulos rojos. Hay, claro está, células enormes como la yema del huevo de avestruz, que contiene tal cantidad de reservas nutritivas que alcanza un diámetro



CÉLULAS DE UNA PLANTA SUPERIOR. (1) Célula del tallo, por el que transita la savia. (2) Célula de las hojas, que elabora alimentos mediante los cuerpos redondeados llamados cloroplastos. (3) Célula del revestimiento exterior de la hoja. (4) Célula del tallo, por el que el agua asciende de la raíz a las hojas. Las auxinas, hormonas que hacen crecer el tallo, son más livianas que el agua y "flotan" sobre ésta; por eso los tallos crecen hacia arriba.

CÉLULAS DE UN VEGETAL INFERIOR. Célula aislada de espirogira (planta que se encuentra en la espuma verde de los estanques y charcos).

de 8 centímetros. Las células nerviosas pueden poseer fibras larguísimas; así, en todos los mamíferos sólo hay dos células nerviosas desde la corteza cerebral hasta los músculos de las extremidedes (¡y la ballena azul mide treinta metros de largo!). Salvo pocas excepciones, en una misma especie las células de un gigante y las de un enano son iguales. En especies diferentes dentro de un mismo grupo hay cierta relación entre el tamaño del cuerpo y el de las células.

ESPECIALIZACIÓN DE LAS CÉLULAS

Cuando un organismo es muy complicado, sus diferentes funciones están bien delimitadas y las células se especializan o, como se dice, "se diferencian". En una planta simple como la espirogira todas las células son equivalentes y cada una realiza todas las tareas del organismo, desde la asimilación a la reproducción; pero en una planta superior la raíz se limita a absorber, las hojas a sintetizar, las flores a reproducir, etc., mediante células especializadas. También los animales presentan distintos grados de complejidad. Claro está que no hay células para las funciones que un organismo no efectúa: las plantas carecen de músculos para su locomoción, y los gusanos carecen de las células que edifican el esqueleto.

Una célula que se especializa en llenar determinada función pierde la capacidad de cumplir otras tareas; son las demás células del organismo las que preparan sus alimentos, la defienden de organismos o sustancias extrañas, etc.

Hay, claro está, *grados de diferenciación*. Las células nerviosas de los animales superiores, reducidas a ser meros transmisores de mensajes, son tan especializadas que hasta carecen de poder de reproducirse; por eso las lesiones de los *centros* nerviosos son irreparables. Pero conservan el poder de emitir prolongaciones si las circunstancias son favorables: los nervios seccionados se suturan porque las fibras nerviosas pueden crecer en su interior hasta alcanzar nuevamente su destino inicial.

En el otro extremo (y sin citar, claro está, las simples colonias de seres unicelulares) están las esponjas, cuya organización es tan sencilla que si se las tritura y se las pasa por un tamiz de seda sus células se reagrupan y forman una nueva esponja.

DE LA CÉLULA AL ORGANISMO

Los tejidos son grupos de células iguales (y sus productos): tejido óseo, nervioso, muscular.

Los *órganos*, como el ojo, los pulmones o el corazón, desempeñan una función parcial esencial, y se componen de varios tejidos: el estómago, por ejemplo, consta de tejido mucoso, muscular, conjuntivo, etc. Los *sistemas* y *aparatos* son conjuntos armoniosos de órganos que desempeñan una función general: aparato digestivo, aparato respiratorio, sistema nervioso, etc.

VEGETALES Y ANIMALES

Los vegetales construyen su propio cuerpo a partir de sustancias simples, inorgánicas, y captando la energía del sol. Los animales, en cambio, no pueden autoedificarse sin el aporte directo o indirecto de los alimentos vegetales y de la energía que éstos encierran.

Hay, así, dos grandes reinos: el vegetal, que sintetiza sustancias y acumula energía; y el animal, que "quema".

Esta división es ciertamente esquemática. En las formas elementales de vida es bastante frecuente que ambos modos de asimilación se complementen, o se alternen según las circunstancias. Por esto se habla a veces de un tercer reino, el de los *protistas*, que abarcaría a todos los seres unicelulares.

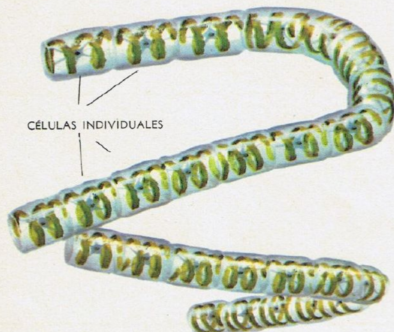
CÉLULA VEGETAL Y CÉLULA ANIMAL

El animal no puede vivir sin el vegetal. Los primeros seres que aparecieron sobre la tierra debían poseer un poder de síntesis análogo al que hoy comprobamos en los vegetales. La división entre seres que sintetizan y seres que utilizan debió ser el fruto de una diferenciación ulterior. No es extraño pues que el origen común de los vegetales y animales se manifieste en el plan básico de sus células.

A primera vista, sin embargo, la célula vegetal es muy diferente de la célula animal. Contiene unos gránulos, los *plastos* a menudo verdes por la presencia de clorofila; la envuelve un grueso estuche semirrígido que contiene principalmente celulosa; y ocupa su centro una gotita acuosa, la *vacuola*, que rechaza la materia viva hacia la periferia.

La explicación de las diferencias es simple. La clorofila es la sustancia que permite a los vegetales almacenar la energía del sol, y naturalmente falta en los animales. La pared celulósica, inanimada, mero *producto* que no forma realmente parte de la célula, es un indispensable elemento de sostén, un "esqueleto" apropiado para esos seres inmóviles. La vacuola no es privativa de los vegetales: existe cada vez que una célula tiene que vivir

UN VEGETAL SIMPLE: LA ESPIROGIRA

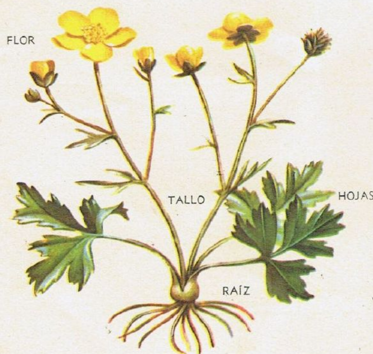


en un medio cuya concentración en sales es baja. La mayoría de las células animales se nutre de un medio interno (sangre, etc.) perfectamente regulado. En cambio, las células de los vegetales están en contacto con un medio muy diluido; las leyes de la ósmosis, que estudiaremos, nos dicen que deberían hincharse hasta estallar. Lo evitan mediante la pared resistente de celulosa y la vacuola en la que la célula vuelca sustancias propias hasta lograr un equilibrio de concentración. Los animales de una sola célula, que carecen de ese envoltorio rígido porque necesitan moverse, tienen vacuolas pulsátiles que rítmicamente expulsan el agua que inevitablemente penetra por su membrana: un paramecio expele todo su peso en agua cada 20 minutos aproximadamente.

LAS TRES GRANDES TAREAS DE LA BIOQUÍMICA CELULAR

1º) Cómo asimilan las células, en especial las vegetales. Los mecanismos de síntesis por la clorofila se conocen ya con muchos detalles. 2º) Cómo se transmiten los caracteres hereditarios. Ya se conoce la estructura de la "sustancia-clave", el ADN o ácido desoxirribonucleico. 3º) En qué consiste la especialización. Se estudia con cultivos de tejidos. Es el problema que aún encierra más incógnitas.

PLANTA SUPERIOR



COMO SE ATRAEN LOS IMANES

MAGNETISMO

Un imán es un trozo de hierro, de acero o de piedra imán que atrae pedazos de hierro. Los dos extremos del imán, llamados "polos" son sus partes aparentemente activas. Un polo "norte" rechaza a otros polos "norte" y atrae a los polos "sur". En síntesis: *polos de igual nombre se rechazan, polos de nombre diferente se atraen.*

Los dos polos, norte y sur, son como el anverso y el reverso de una hoja de papel. No pueden existir el uno sin el otro. Pretender aislar un polo es como querer fabricar una hoja de papel que sólo tenga anverso. Si se divide un imán en dos aparecen dos nuevos polos en el lugar del corte y se obtienen dos imanes. Un imán al que se da forma de anillo deja de tener polos y de atraer el hierro.

LOS IMANES ELEMENTALES

Estos fenómenos tienen explicación científica. Cada partícula de hierro es un pequeño imán producido por ciertos movimientos de los electrones. La imantación se limita a orientar en una misma dirección dichos "imanes elementales" que estaban desordenados. Una vez alineados los imanes elementales, se enfrentan sus polos de nombre contrario, y se anulan recíprocamente, excepto en los extremos libres. De allí que la "fuerza" de un imán dependa más de su grosor que de su longitud.

Diferencia fundamental: si se *electriza* una varilla de modo que un extremo tenga carga negativa y el otro carga positiva, y se la corta por el medio, se obtiene una porción con carga negativa (exceso de electrones) y otra con carga positiva (defecto de electrones). Si se *imanta* una varilla y se la corta luego, se obtienen dos imanes completos, cada uno con sus dos polos.

La Tierra es un enorme imán. Basta colgar de un hilo una barra imantada para que, como una brújula, se oriente de norte a sur. El magnetismo terrestre parece deberse a corrientes eléctricas que se forman con el roce de su núcleo metálico contra los silicatos de la corteza.

MAGNETISMO TERRESTRE

El *arqueomagnetismo* y el *paleomagnetismo* nos revelan la posición del polo magnético hace muchísimos siglos, cuando no existía la brújula, y aún cuando no existía el hombre. En efecto, los hornos antiguos contienen partículas magnéticas que al enfriarse después de una fusión superficial se orientaron bajo la influencia del magnetismo terrestre. Otras "brújulas naturales" son las partículas magnéticas que durante millones de años se depositaron lentamente en el fondo de aguas tranquilas, donde formaron después rocas "orientadas". Sabemos así que los últimos 2000 años el polo magnético describió una especie de "8" situado entre el polo geográfico y el Canadá; y que a comienzos de la era primaria llegó a estar cerca del ecuador (hubo también traslaciones ulteriores de continentes).

INTENSIDADES

La intensidad de un campo magnético se mide en "gauss". El campo terrestre, que orienta la brújula, es de ½ gauss: entre los polos de un imán común hay de 1.000 a 2.000 gauss; en un electroimán, 10.000; y en los grandes aparatos para investigación se llega a 500.000 gauss.

Si se acerca un imán o un trozo de hierro a una brújula, que no es más que un imán giratorio, ésta se desvía. Pero el campo magnético disminuye muy rápidamente con la distancia (a 10 cm. es 100 veces menor que a 1 cm.). Sólo hay dificultades con objetos

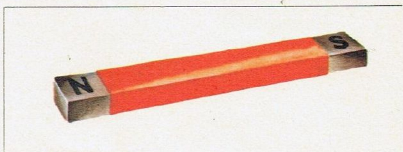
muy grandes, como los barcos de hierro que necesitan ser "compensados" para que no perturben su propia brújula.

Las minas magnéticas de la última guerra llevaban una brújula-detonador y explotaban al pasar sobre ellas una nave. Se las anuló "neutralizando" el barco con un circuito eléctrico que creaba un campo magnético contrario. Es importantísimo, para las explicaciones futuras, recordar lo siguiente: con corrientes eléctricas se hacen imanes, y con imanes se generan corrientes eléctricas.

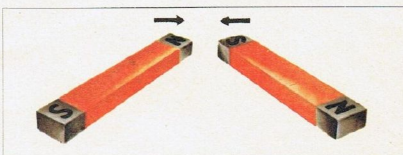
MATERIALES PARA IMANES

Anualmente se elaboran varios millones de toneladas de materiales magnéticos. Los imanes permanentes (se emplean en altoparlantes, instrumentos para mediciones eléctricas, etc.) se preparan con aleaciones que se imantan fácilmente y luego *retienen su magnetismo* con gran tenacidad. En cambio, en los transformadores se utilizan materiales que se imantan y desimantan con igual facilidad. En la tabla siguiente se enumeran los mejores:

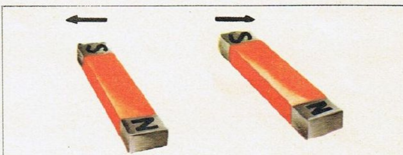
Material	Magnetismo que retiene	Intensidad necesaria para desimantar	Ingredientes %, además del hierro	Preparación y propiedades	Índice de utilidad
Alnico 5	12.500	600	Cobalto 24 Níquel 14 Aluminio 8 Cobre 3	Polvo moldeado. Duro y resistente.	5
Remalloy	10.500	250	Molibdeno 17 Cobalto 12	Laminado en caliente. Duro, maleable.	1,1
Acero al tungsteno	10.300	70	Tungsteno 5 Carbono 0,7 Manganeso 0,3	Laminado en caliente. Duro y tenaz.	0,3
Acero al carbono	10.000	50	Manganeso 1 Carbono 0,9	Laminado en caliente. Duro y tenaz.	0,2
Vicalloy	10.000	510	Cobalto 52 Vanadio 14	Laminado en frío. Dúctil.	3,5
Polvo fino de hierro y cobalto	9.000	1.000	Cobalto 30	Prensado. Quebradizo.	5
Platino-cobalto	6.000	4.000	Platino 77 Cobalto 23 (sin hierro)	Vaciado. Duro, tenaz.	9
Bismanol	4.300	3.400	Compuesto de bismuto y manganeso, 100	Prensado. Quebradizo.	4,3



No hay imanes de un solo polo. Todos tienen dos: "norte" y "sur".



Los polos de nombre contrario se atraen.



Los polos de igual nombre se repelen.



Dentro de la cabeza movible del perro hay un imán, y dentro del hueso que se le acerca, otro. De allí los movimientos del "perro magnético". Pero el magnetismo no es sólo un entretenimiento: los generadores de corriente eléctrica, por ejemplo, se basan en el magnetismo.

LA BRÚJULA





LA TIERRA ES UN GIGANTESCO IMÁN. LA BRÚJULA, UN IMÁN PEQUEÑO. EL MAGNETISMO TERRESTRE HACE QUE LA BRÚJULA SEÑALE UN PUNTO CERCANO AL NORTE.

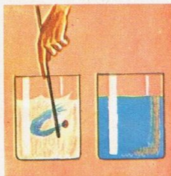
EL AGUA Y LA VIDA

PANORAMAS CIENTÍFICOS

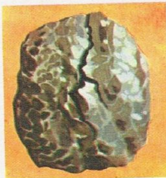
La vida empezó en el agua y nunca pudo desligarse de ella. Un medio acuoso baña todas nuestras células, y las partes exteriores de nuestro cuerpo o bien están húmedas, como la córnea que se ulcera apenas se seca, o bien están muertas, como el cabello o las capas superficiales de la piel.



Los océanos cubren más del 70 por ciento de la superficie terrestre. Contienen unos 1.400 millones de Km.^{3} de agua, es decir 1.400 trillones de litros.



El agua disuelve la mayoría de las substancias, en particular los minerales. No es extraño que un solvente tan eficaz contenga casi siempre impurezas.



Cuando el agua se infiltra en una roca y luego se congela, su expansión quiebra la piedra. Así se van desmenuzando montañas enteras.

El agua es una substancia singular, aberrante. La ciencia moderna explica bien sus peculiaridades; y llega a la conclusión de que un tipo de vida similar al de la Tierra es casi inconcebible en los planetas privados de agua, porque no hay ningún compuesto químico que se le asemeje.

EL AGUA, DEPÓSITO DE CALOR

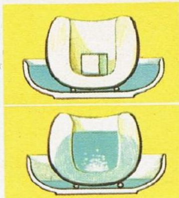
Para calentar agua se necesitan cinco veces más calorías que para calentar arena, y treinta veces más que para calentar mercurio. La proporción es semejante cuando se trata de convertirla en vapor o de fundir el hielo. Ésta es la razón por la cual el agua modera el clima, pues absorbe el calor a mediodía y lo restituye de noche. La temperatura de las islas oceánicas es muy uniforme, mientras en el Sahara se soporta un calor abrasador durante el día y un frío riguroso durante la noche.

En los animales de sangre caliente, la circulación mantiene una temperatura uniforme en todo el cuerpo. Las fuentes de calor que la sangre, líquido acuoso, distribuye por todo el cuerpo, son el hígado, el cerebro y los músculos cuando realizan un trabajo enérgico. Pero los distintos órganos no están expuestos a enfriamientos bruscos, porque más de la mitad de su peso es agua, depósito de calor.

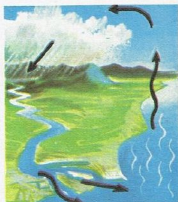
EL AGUA, FUENTE DE FRÍO

Todos sabemos que el frío no es más que ausencia de calor. Para evaporarse, el agua necesita una cantidad considerable de calor, que extrae de los cuerpos vecinos. Los días cálidos resultan soportables cuando son secos, porque el agua que se evapora a nivel de nuestros pulmones nos sustrae muchas calorías; en cambio el calor húmedo tiene un alto "índice de incomodidad", porque el aire que inhalamos ya está saturado de vapor.

¿Por qué los peces son animales de sangre fría? Porque en el agua sólo se disuelve un volumen de oxígeno por cada cien de agua y con tan pequeña cantidad no podrían mantener las combustiones suficientes para elevar su temperatura y compensar el enfriamiento por el agua. Aún los mamíferos marinos, que respiran el aire de la superficie, tienen que luchar contra las pérdidas de calor. Por eso son grandes y "aerodinámicos", es decir, de notable volumen en relación con su superficie, y poseen una gruesa capa aislante de grasa: una foca muerta conserva sus vísceras tibias después de permanecer por 24 horas a 20 grados bajo cero.



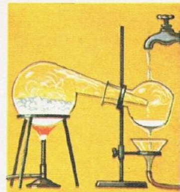
Una patata pelada y ahuecada, con un trozo de azúcar en su cavidad, se coloca en un plato con agua. Ésta asciende gradualmente por "osmosis". La patata actúa como membrana semipermeable, que deja pasar las moléculas de agua pero no las de azúcar. La importancia de la osmosis en los procesos vitales es enorme.



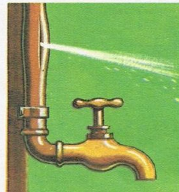
El sol evapora continuamente el agua de los mares. La parte de esta evaporación que cae como lluvia o nieve sobre la tierra firme, vuelve al mar por los arroyos y ríos. Las necesidades de agua de los seres vivos son enormes: 1 Km.^{2} de pradera evapora 100 millones de litros en un año.



Cada "segundo" caen en tierra firme unos 3.000 millones de litros de agua. Esta enorme cantidad es ínfima en comparación con las reservas: se necesitarían dos millones de años, con igual ritmo de evaporación, para agotar los océanos. La lluvia es de importancia primordial: menos de 300 mm. por año significan el desierto y la erosión; más de 4 metros, la tundra helada, los pantanos o el bosque, según las latitudes.



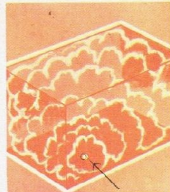
Cuando el agua impura hierve, su vapor deja atrás la mayoría de las substancias disueltas en ella. Si se lo enfría y condensa en otro recipiente, se obtiene agua mucho más pura. Este método se llama destilación.



Al congelarse, el agua se dilata con enorme fuerza. Por eso se rompen las cañerías en los países fríos. Muy pocas substancias aumentan de volumen al congelarse: entre ellas se encuentran el plutonio y el bismuto.



Cuando el agua se convierte en vapor su volumen aumenta 1.700 veces si la presión es la del nivel del mar. Esta fuerza de expansión se aprovecha en la máquina de vapor. Así se transforma el calor en energía mecánica.



Si esta gota de agua se transformara en vapor ocuparía un volumen mucho mayor, porque las moléculas de un gas o vapor están más separadas entre sí que las de un líquido. La velocidad molecular aumenta con la temperatura.

EL HIELO QUE FLOTA

Son poquísimas las substancias que, como el agua, se dilatan al congelarse. Si la densidad del hielo no fuera providencialmente menor que la del agua, caería al fondo de los ríos o del mar, donde no lo alcanzarían los rayos del Sol, y allí se acumularía.

EL AGUA, VEHICULO DE VIDA

El agua es la única sustancia que a las temperaturas corrientes existe en cantidades importantes en los tres estados: sólido, líquido y gaseoso. Esto permite la existencia de las lluvias, indispensables para la vegetación. El agua recorre un ciclo que comprende la evaporación en la superficie de los océanos, la formación de las nubes, la lluvia, y el retorno a los mares por medio de los ríos.



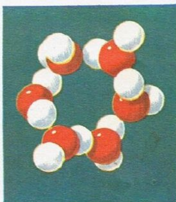
EL AGUA EN LA NUTRICIÓN

Los seres vivos asimilan los alimentos a través de membranas, es decir, disueltos: las raíces de los vegetales y los intestinos de los animales sólo absorben soluciones. De allí el lugar de privilegio del agua en la alimentación, pues *no existe ningún compuesto químico que disuelva más substancias que ella.*

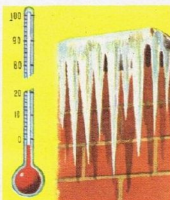
El extraordinario poder del agua para disolver las sales minerales se debe a que divide las moléculas de éstas en "iones", partículas cargadas de electricidad a las que mantiene separadas mediante un mecanismo complejo que explicaremos en otro artículo; también analizaremos la asimilación por *osmosis.*

El agua es, además, el vehículo que transporta los alimentos a cada célula del cuerpo. Esta función es patente en los casos de quemaduras graves, en las que el elemento importante para el médico no es la profundidad de las heridas, sino su extensión, pues la víctima sucumbe por la pérdida de plasma, es decir, por "hambre"; y las pérdidas de plasma son proporcionales a la superficie de las llagas.

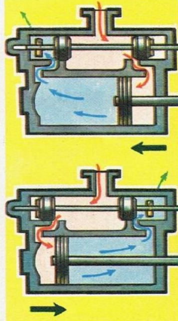
El agua asciende hasta las hojas de plantas altísimas —como las sequoias, que pueden pasar de los 100 metros— por *osmosis* y *capilaridad.* Aquí diremos solamente que este último fenómeno —como la tensión superficial que permite, por ejemplo, que los mosquitos caminen sobre el agua— es un efecto indirecto de la cohesión entre las moléculas. Esta cohesión en el agua no sólo es formidable, sino también insólita, porque por su peso molecular y su naturaleza química el agua debería ser un gas que exigiera una temperatura inferior a los 65 grados bajo cero para licuarse y más de 100 bajo cero para congelarse.



Las moléculas del agua líquida se disponen al azar. Pero, al convertirse en hielo se ordenan en una forma cristalina especial, que ocupa más lugar. Entonces el agua se expande.



La escala centígrada de temperatura se basa en el comportamiento del agua. Por definición, 0° es la temperatura de congelación del agua pura, y 100° la de ebullición a nivel del mar.



La máquina de vapor. Arriba: el vapor de la caldera penetra en el cilindro y empuja la cabeza del pistón hacia la izquierda. Abajo: cuando el pistón concluye su recorrido las válvulas se invierten, el vapor entra por la izquierda, y el pistón va hacia la derecha. Y así indefinidamente.

REPRESAS HIDROELÉCTRICAS

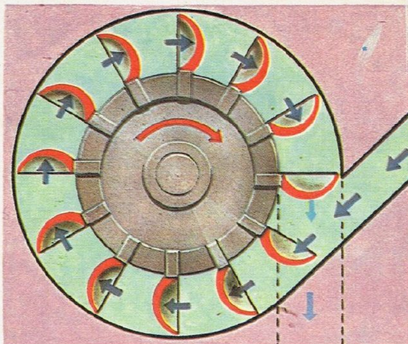
Las represas facilitan el riego, regularizan las crecientes y suministran electricidad. Su explotación es barata, pero su construcción, muy cara, y constituye la parte del león en el costo de la energía que proveen. Por eso se estudian cuidadosamente.

REQUISITOS

La *alimentación constante* es indispensable, porque no existe una forma práctica de almacenar la electricidad y las necesidades de energía no siguen el ritmo de las crecientes de los ríos. Pero el agua sí puede almacenarse en un lago artificial: el mayor del mundo es el del Salto de Aldeadávila, en la frontera hispano-portuguesa.

La *potencia útil* depende del volumen de agua y su altura. El cálculo es muy simple: se multiplica el desnivel en metros por el caudal en metros cúbicos por segundo; se multiplica nuevamente el resultado por 75, y se obtiene la potencia en kilovatios.*

Se ve en seguida que hay dos tipos principales de represas hidroeléctricas: *de llanura*, en ríos importantes, con poca altura y gran caudal; y *de montaña*, de gran caída y poco caudal.



Esquema de una turbina: recibe, por un conducto, agua a alta presión que golpea en la concavidad de las paletas y sale, como indican las flechas, por un plano posterior. La turbina mueve un generador eléctrico.

PROYECTO BÁSICO

El peso del agua hace que la presión aumente con la profundidad: así, si se agujerea una lata llena de líquido, el chorro más violento saldrá por el orificio más bajo. Las represas resisten esas enormes presiones de dos maneras:

1º Por su peso. Son las represas "de gravedad", de perfil triangular, que exigen cantidades fabulosas de materiales.

2º Apoyándose en las paredes laterales. Son las "de arco"; se construyen de cemento y su convexidad mira al lago. Necesitan una garganta de rocas muy firmes para soportar el empuje que transmiten, pero economizan 80 % del material.

Hay fórmulas mixtas, y además un método muy moderno y económico con contrafuertes.

En todos los casos hay que evitar cuidadosamente las filtraciones laterales, que socavan los apoyos y son las responsables del mayor desastre conocido: el del Saint Francis Dam, cerca de Los Ángeles, en 1928, con 450 muertos.

LA TURBINA

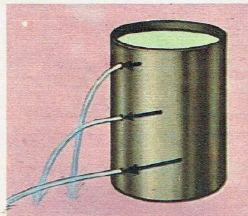
Su diseño depende de la altura. En las represas de montaña el agua baja por conductos hacia las turbinas situadas mucho más abajo, y golpea tangencialmente contra las paletas de una "rueda de Pelton", que gira así a gran velocidad. En las represas de llanura o para alturas inferiores a 400 metros se prefiere la "rueda Francis" (o la Kaplan, su versión moderna), que se regula por la inclinación de sus aletas: el agua entra por afuera y sale por el eje, como se ve en la figura de la página 11.

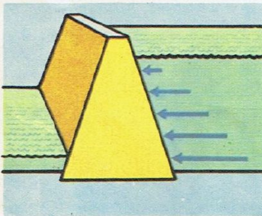
Hay también turbinas de hélice, que se instalarán en una represa que actualmente se construye para aprovechar los desniveles de la marea: la de Rance, en Francia, que se concluirá en 1966.

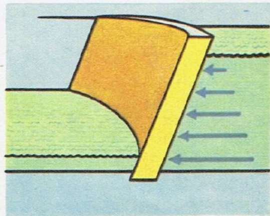
La turbina mueve un generador de electricidad. Éste es el punto más delicado, porque se debe regular su velocidad según las necesidades de corriente eléctrica, y en caso de tener que cerrar bruscamente la llegada de agua pueden ocurrir accidentes ("golpe de ariete" en los tubos a alta presión).

REPRESAS DE MAREA

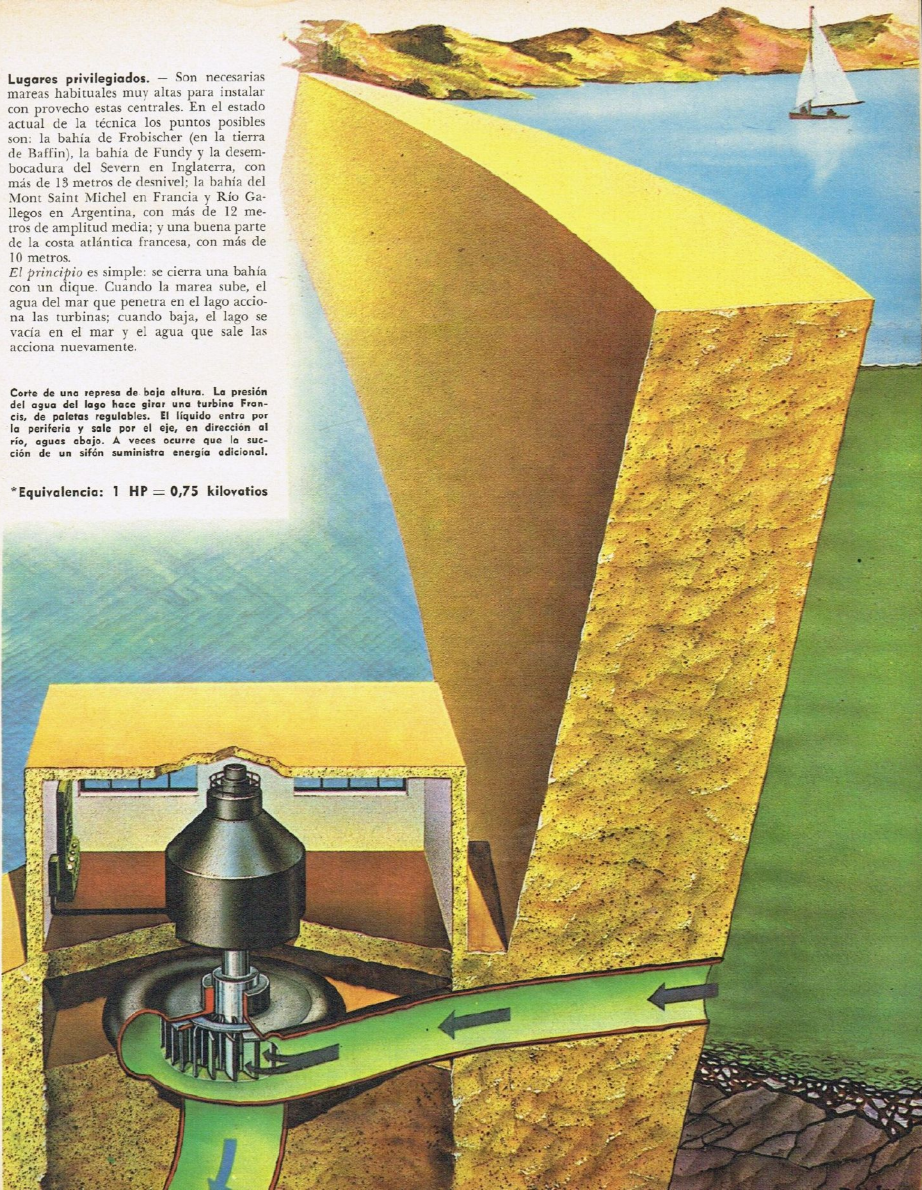
Es un tema de actualidad. Los desniveles de la marea pueden suministrar energía; pero los problemas técnicos son serios, especialmente por el vaivén del agua y su escasa "caída". La construcción de la central de Rance, de 220.000 kilovatios, en Francia, está adelantada; y los Estados Unidos, asociados al Canadá, reinician los trabajos de la represa de Passamaquoddy, en la Bahía de Fundy.







La presión del agua aumenta con la profundidad. Izquierda: Por el orificio inferior el chorro es más violento. Centro: Para resistir el aumento de presión, las represas "de gravedad" son más gruesas en la base. Derecha: Represa "de arco": transmite el empuje a las paredes rocosas laterales y al lecho del río.



Lugares privilegiados. — Son necesarias mareas habituales muy altas para instalar con provecho estas centrales. En el estado actual de la técnica los puntos posibles son: la bahía de Frobischer (en la tierra de Baffin), la bahía de Fundy y la desembocadura del Severn en Inglaterra, con más de 13 metros de desnivel; la bahía del Mont Saint Michel en Francia y Río Gallegos en Argentina, con más de 12 metros de amplitud media; y una buena parte de la costa atlántica francesa, con más de 10 metros.

El principio es simple: se cierra una bahía con un dique. Cuando la marea sube, el agua del mar que penetra en el lago acciona las turbinas; cuando baja, el lago se vacía en el mar y el agua que sale las acciona nuevamente.

Corte de una represa de baja altura. La presión del agua del lago hace girar una turbina Francis, de paletas regulables. El líquido entra por la periferia y sale por el eje, en dirección al río, aguas abajo. A veces ocurre que la succión de un sifón suministra energía adicional.

***Equivalencia: 1 HP = 0,75 kilovatios**

Cálculo del rendimiento. — La primera aproximación consiste en dividir la longitud del dique a construir por la superficie del lago que se ha de llenar y vaciar rítmicamente. Cuanto más baja es la cifra obtenida, mejores son las posibilidades teóricas. Ejemplo: Rance 33, Mont Saint Michel 38, Passamaquoddy 43, Severn 80.

Aspecto económico. — ¿Por qué se abandonaron tantos proyectos? Porque el costo del kilovatio era elevado; pero ahora hay turbinas de hélice muy mejoradas que permiten competir con las centrales clásicas.
Otro inconveniente mayor es que la corriente eléctrica se produce al compás de las mareas, es decir, en forma discontinua y a menudo en horas en que no se la necesita. Se ofrecen tarifas nocturnas económicas a las industrias de preparación de la soda cáustica, del aluminio, etc. que consumen muchísima electricidad.

"Trucos" de aprovechamiento. — 1º No se espera hasta que la marea alta llegue a su punto máximo para hacer entrar el agua en la represa, porque al bajar la marea precisamente cuando las aguas del lago suben, los niveles quedarían pronto iguales y se perdería energía; se abre el paso bastante antes. Lo mismo se hace en la bajamar, para el agua que sale del lago hacia el mar. Abriendo en cada caso un poco antes, el mar y el lago suben y bajan simultáneamente y mantienen una diferencia fija de nivel.
2º Un método muy sutil es el del superllenado o superbombeo; en las horas en que no hay consumo de electricidad las turbinas accionan motores que elevan el agua a una segunda reserva más alta, que se usa, naturalmente, en las horas de marea muerta o de mayor consumo. Claro está que se pierde un 30 % de potencia, pero se obtienen los kilovatios cuando son útiles.

ALGUNAS CIFRAS

Las represas suministran medio billón de kilovatios-hora por año, o sea el 35 % de la electricidad que se consume en el mundo. Antes de inventar el generador no se las podía aprovechar, porque la energía que brindaban no podía transportarse.
Los continentes más favorecidos por la naturaleza para la instalación de represas son Europa y África. En América y Asia las perspectivas son menos halagüeñas.
La mayor obra de cemento del mundo es la represa Grand Coulée, sobre el río Columbia, en los EE. UU. Pesa 22 millones de toneladas, 4 veces más que la gran pirámide de Keops.
La represa más voluminosa es la de Fort Peck, sobre el Misurí, con 100 millones de metros cúbicos de tierra y piedras, en 6.400 metros de longitud.
La que suministra más electricidad se encuentra en Bratsk, Unión Soviética: 3.600.000 kilovatios (4 ½ millones para 1964). La represa más alta es la de Bellumo, Italia, con 265 metros. La del Grand Dixence, en Suiza, tendrá, para 1965, 281 metros, y la caída total del agua, incluidos los conductos, será de 1.748 metros.

EL FUTURO DE LAS REPRESAS

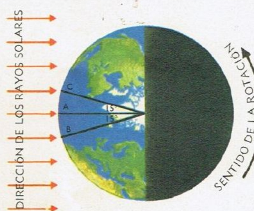
Hay muchas otras fuentes de energía. Paradójicamente la energía atómica, hoy muy cara, es la que dentro de una o dos décadas competirá más fácilmente con la energía natural del agua; en efecto, se puede instalar en el mismo lugar de consumo, requiere poco transporte y su técnica progresa asombrosamente.
Pero las represas no son únicamente fuentes de electricidad. Mediante el regadío aumentan la superficie arable, objetivo con prioridad absoluta debido al aumento explosivo de la población mundial. Y crean *reservas de agua*, elemento vital para la industria moderna, que en los países más desarrollados está agotando velozmente las napas subterráneas.
Baste saber que se necesitan: 18 litros de agua para refinar un litro de petróleo; 100 litros para convertir en electricidad un kilogramo de hulla; 250 litros para elaborar un kilogramo de celulosa; 400 litros para producir un kilogramo de maíz; 15.000 litros para obtener un kilogramo de carne vacuna. Sólo una parte de esta agua puede recuperarse.

LA HORA

La Tierra tarda 24 horas en dar una vuelta completa de 360° alrededor de su eje. La simple división de 360 por 24 nos muestra que a cada hora corresponde un recorrido de 15 grados. Si en una ciudad es mediodía, en otra situada 90° al oeste serán solamente las 6 de la mañana. Para evitar confusiones en la hora legal se conviene que el punto de partida es el meridiano de Greenwich, cerca de Londres (0°). A partir de él se trazan zonas de 15° cada una, llamadas *husos horarios*; en los países al este de Greenwich la hora está adelantada, y atrasada en los situados al oeste.
Así, cuando en Londres son las 12, en Tokio son las 21 y en Chicago las 6.
En el meridiano 180 está la línea de cambio de fecha: si se la cruza hacia el oeste se adelanta un día, y si se la cruza hacia el este se atrasa un día. Así, en la figura superior, la ciudad de Anchorage recién empieza el día 15 de agosto, por ejemplo; mientras que la de Magadan está por concluirlo y entrar en el día 16.
El día tiene 24 horas, pero la Tierra gira en sólo 23 horas y 56 minutos. Explicaremos el porqué de esta aparente paradoja al ocuparnos del día solar medio.

LA LÍNEA DE CAMBIO DE FECHA

Cuando se viaja hacia el este, contra el movimiento aparente del Sol, *se gana* una hora por cada 15 grados de longitud; si se viaja hacia el oeste se *pierde* en la misma proporción. Imaginemos ahora, en la figura grande, dos personas que a velocidad fantástica salen en sentido opuesto del meridiano 45° oeste, donde son las 9 de la mañana. La que se dirige al oriente irá ganando horas, y cuando llegue al punto opuesto, 135° este, serán las 9 de la noche *del mismo día*; pero la que va hacia el oeste irá retrasando su reloj, y llegará al mismo punto también a las 9 de la noche, *pero del día anterior.* Este fenómeno es independiente de la velocidad, y para evitar confusiones se designó el meridiano 180° como el lugar único donde la fecha cambia para todos: quien lo



En el punto A son las 12 del día. El punto B, 15 grados al este, ya pasó por ahí hace una hora: sus relojes marcan las 13. En el punto C, 15° al oeste, son las 11: falta 1 hora para mediodía.

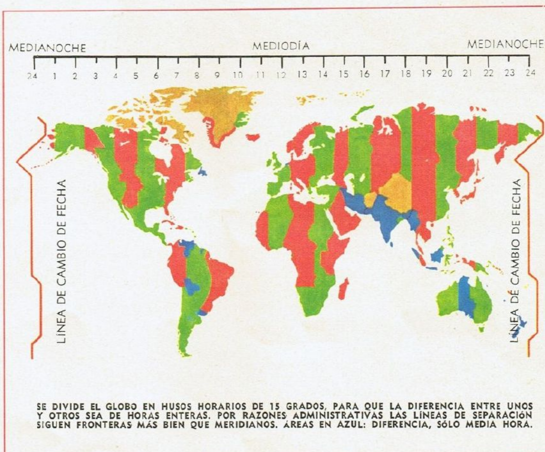
90° O
MÉXICO 6 hs.
CARACAS 7,30 hs.
LA HABANA 7 hs.
135° O
45° O
NUEVA YORK 7 hs.
CHICAGO 6 hs.
SALT LAKE CITY 5 hs.
HALIFAX 8 hs.
GANDER 8,30 hs.
PRINCE RUPERT 4 hs.
ANCHORAGE 2 hs.
REYKJAVIK 11 hs.
0° MADRID 12 hs.
LONDRES 12 hs.
180° O
Meridiano de GREENWICH,
ESTOCOLMO 13 hs.
MOSCÚ 15 hs.
MAGADAN 23 hs.
YAKUTSK 22 hs.
OMSK 18 hs.
SEMIPALATINSK 19 hs.
TOKIO 21 hs.
PEKÍN 20 hs.
KARACHI 17,30 hs.
45° E
BOMBAY 17,30 hs.
135° E
90° E
DIRECCIÓN DE LOS RAYOS SOLARES
SENTIDO DE LA ROTACIÓN

La Tierra gira sobre su eje (la línea de polo a polo) en sentido contrario a las agujas de un reloj, y presenta al Sol uno por uno sus distintos meridianos. De dos puntos dados, el que está más al este pasa bajo el Sol antes que el que está más al oeste, y por lo tanto la hora del primero "adelanta" sobre la del segundo. Cuando en un lugar es mediodía, en el punto opuesto es medianoche. La ilustración permite comprender cómo un avión muy veloz que salga de Londres a mediodía puede llegar a Nueva York antes de que en esta última ciudad sean las doce, es decir, antes de que Nueva York pase bajo el Sol. Esta aparente ganancia de tiempo se compensa por un retraso equivalente al regresar a Londres.

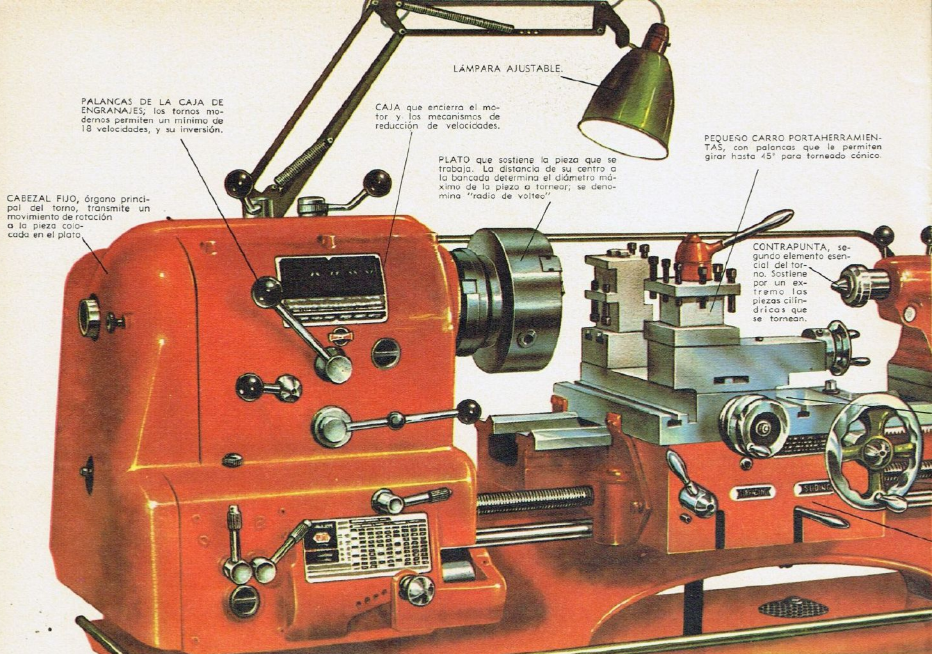
cruza hacia el oeste salta un día y pasa, por ejemplo, de lunes a martes; si lo cruza hacia el este vuelve de martes a lunes. Un avión que salga de Londres a mediodía hacia el oeste, y circunde la tierra en 24 horas, viajará constantemente bajo el sol de mediodía; si no ajusta su calendario al pasar los 180°, al regresar a Londres estará adelantado un día sobre los londinenses, para los que también pasaron 24 horas.

EL TIEMPO CIENTÍFICO

En la próxima nota explicaremos que el día solar no es uniforme, principalmente porque la trayectoria de la tierra en torno al sol no es circular, sino alargada. Además, las mareas "frenan" imperceptiblemente la rotación de la tierra y alargan el día en 0,0427 segundos por siglo. Para la ciencia estas minúsculas variaciones son molestas, y se construyen ya "relojes" atómicos, basados en un principio muy sencillo y cuyo error no habría alcanzado a 1/50 de segundo entre la aparición del pitecántropo y la actualidad. El segundo ya no se define como la 86.400 ava parte del día, sino como la 1/31.556.925,9747 parte del año 1900. Quizá pronto la nueva constante universal sea la vida de un mesón π neutro que vale 0,000 000 000 000 000 25 segundos.



SE DIVIDE EL GLOBO EN HUSOS HORARIOS DE 15 GRADOS, PARA QUE LA DIFERENCIA ENTRE UNOS Y OTROS SEA DE HORAS ENTERAS. POR RAZONES ADMINISTRATIVAS LAS LÍNEAS DE SEPARACIÓN SIGUEN FRONTERAS MÁS BIEN QUE MERIDIANOS. ÁREAS EN AZUL: DIFERENCIA, SÓLO MEDIA HORA.



LAS PARTES DEL TORNO

Una de las primeras máquinas que uno ve cuando entra en un taller mecánico es el torno paralelo. Se trata de una "máquina-herramienta" muy importante, ya que aparte de "tornear" tiene otros usos: refrenteado de superficies planas, corte de filetes de tornillo, agujereado, etc.

El principio fundamental del torno es sumamente sencillo. El trozo de metal que se desea elaborar se asegura mediante una pieza especial llamada plato, que gira con ella (a una velocidad que depende del material y del diámetro). Una afilada herramienta de corte, semejante a un cincel y que puede desplazarse a lo largo de la pieza, la corta a medida que gira. Si la pieza es larga, puede tornearse entre puntos, o sea, sostenida en un extremo por el plato y en el otro por la contrapunta.

Se llama bastidor o bancada el cuerpo principal del torno. Hacia su izquierda está el cabezal; bajo su "carcasa" se encuentra la caja de engranajes (impulsados por un motor eléctrico) que permiten obtener diferentes velocidades, combinándolos de distintos modos, mediante palancas que se hallan al frente. Del cabezal sale el árbol principal que mueve el plato. También sobre este extremo están ubicados los controles para poner en marcha o detener el árbol y cambiar la velocidad de avance, es decir, la velocidad con la cual la herramienta de corte se mueve a lo largo de la pieza.

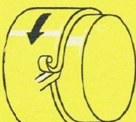
En la parte superior de la bancada hay dos pares de guías. El par de guías interiores mantiene alineada la contrapunta con el cabezal, mientras que sobre el otro par se desliza el carro principal. Puede moverse y asegurarse la contrapunta a lo largo de la bancada para adaptarse a cualquier longitud de trabajo. El ajuste final se obtiene haciendo girar el tornillo en el cual está colocado el centro de la contrapunta, ya sea hacia adelante o hacia atrás, mediante la correspondiente manivela.

El carro principal sostiene al carrillo secundario transversal y al carro portaherramientas sobre el cual va la torre, a la que se asegura firmemente la herramienta de corte. Todo el conjunto puede moverse a lo largo de la bancada mediante la manivela grande situada al frente. Fijado el carro principal, el secundario puede moverse transversalmente sobre la pieza. Colocada la herramienta, el carro principal puede trasladarse automáticamente, movido por un árbol giratorio horizontal.

Si se corta un filete, acciona el carro un tornillo sinfín horizontal cuya velocidad de avance se regula de acuerdo con la de rotación del plato, de modo de que la herramienta de corte avance un paso por cada revolución del mismo, trazando algunas de las roscas admitidas por las normas industriales.

También puede servir el torno paralelo para obtener una superficie plana. En este caso el carro principal permanece estacionario mientras se mueve el carrillo secundario con la herramienta de corte frente a la pieza.

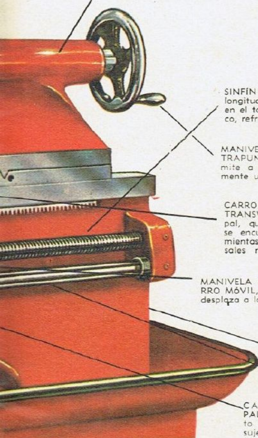
Como el corte del metal produce calor, es habitual enfriar la pieza y la herramienta con una mezcla de agua y aceite. Para

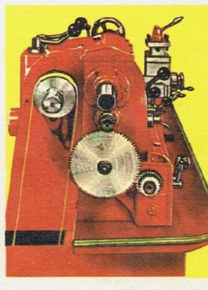






Principios fundamentales de tres importantes operaciones. En el "torneado", la herramienta que se desplaza sobre la pieza que gira produce una forma cilíndrica. En el "refrenteado", la herramienta se mueve transversalmente a lo largo del frente de la pieza que gira. En el "fileteado", la herramienta corta una hélice en la pieza desplazándose un paso por cada giro de aquélla.





La relación entre las velocidades de rotación del plato y de avance del carro está bajo el control de una caja de engranajes ubicada dentro del cabezal. Puede variarse cambiando los diámetros de los engranajes en uso.

seguridad del operario puede colocarse una pantalla de material transparente (que no aparece en la figura) a fin de evitar accidentes causados por las virutas que se desprenden.

La máquina aquí ilustrada y descripta es un torno paralelo. Hay muchas variantes, como el torno revólver —que acelera la fabricación pues posee varias herramientas de corte intercambiables rápidamente—, tornos copiadores que pueden reproducir cualquier pieza en forma automática y también, aunque caen fuera del ámbito de este artículo, los tornos para carpintería.

Las cualidades principales de una máquina-herramienta son la potencia, la precisión y la falta de vibraciones.

Hay máquinas enormes, de más de treinta metros de largo: se las emplea en los astilleros.

Desde comienzos de siglo, el acero de corte rápido (aleaciones con tungsteno, cromo, vanadio) que soporta temperaturas de 600° sin ablandarse (en vez de los 250° del acero común) permitió el trabajo veloz.

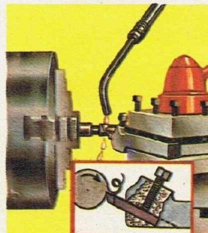
En el año 1927 se introdujeron los carburos de tungsteno, titanio y tántalo, cuya duración es decenas de veces superior a la del mejor acero y permiten de esta manera trabajar treinta veces más rápido.

El diamante se emplea sólo para operaciones ligeras o trazos muy finos.

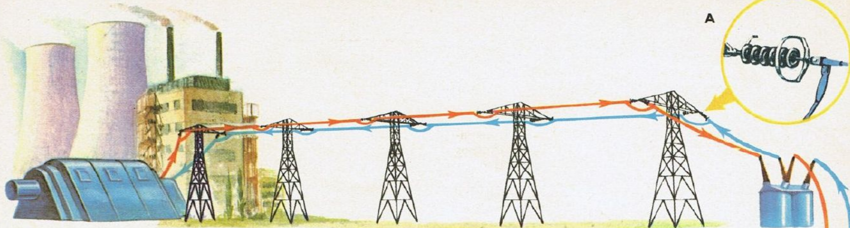
Nuevas técnicas (chispas, rayos electrónicos, vibraciones ultrasónicas) están revolucionando las técnicas de taller.



Mediante el tornillo del borde se logra que el plato sujete la pieza. Las mordazas deben ser ajustables para asegurar piezas de diversos tamaños.



Detalle de la herramienta de corte al sacar virutas de la pieza que gira unida al plato. Para limitar el calentamiento del metal y de la herramienta se vierte un lubricante sobre la superficie de corte.



LA CORRIENTE ELÉCTRICA

No es difícil explicar qué es una corriente eléctrica, o por qué no podemos verla o pesarla, cuando se conoce la estructura del átomo (ver páginas 1, 2 y 3).

LOS CONDUCTORES

Todos los metales que conocemos son conductores de la electricidad porque los electrones más exteriores de sus átomos están menos sometidos al núcleo y eventualmente se desprenden. En un metal al estado neutro una proporción ínfima de electrones circula así entre los átomos, a una velocidad muy elevada: 7.000 kilómetros por segundo en el tungsteno, 2.600 en el aluminio, 1.400 en el cobre.

Estos electrones-bólidos, que se llaman "electrones libres" y podrían denominarse "electrones vagabundos", chocan con algún átomo luego de eludir unos cuantos miles de ellos; entonces rebotan y recorren así un camino en zigzag con 5.000 codos por milímetro. Y no hay que olvidar que su velocidad es de miles de kilómetros por segundo.

Lo que interesa recordar es lo siguiente: 1º, en un conductor en reposo hay un verdadero hormigueo de electrones "libres"; 2º, como los electrones tienen carga eléctrica, si se pudiera moverlos en conjunto en cierto sentido, se crearía una corriente eléctrica.

LA TENSIÓN O VOLTAJE

¿En qué se pueden diferenciar dos bornes de 1 milímetro cuadrado, cuando la tensión entre ellos es de 220 voltios? Sencillamente, en que el borne negativo tiene un exceso de

G

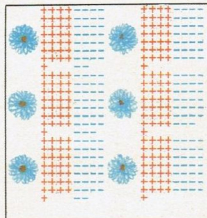
E

D

C

B

F



Un átomo es neutro (es decir, carece de carga) cuando el número de las partículas cargadas positivamente (protones) de su núcleo es igual al número de partículas cargadas negativamente (electrones) fuera del mismo. Si el átomo gana un número mayor de electrones adquiere una carga negativa; si pierde algunos de los que le pertenecen, adquiere una carga positiva.

Un átomo de cobre tiene siempre 29 protones (+). Los tres átomos de cobre de la izquierda de la figura están cargados todos negativamente pues poseen más de 29 electrones (—). Los otros 3 átomos de cobre a su derecha están cargados positivamente, pues tienen menos de 29 electrones (—).

Los electrones son rechazados por los átomos cargados negativamente y atraídos por los que poseen cargas positivas. Por esta razón los electrones fluyen a través de un conductor como se ve en la figura. Pero no siempre es el electrón que llega el que pasa al próximo átomo, pues puede arrancar algún otro electrón débilmente unido al núcleo.

50 millones de electrones (que son negativos), mientras que al positivo le faltan 50 millones de electrones.

Esta cifra, que parece fantástica, es ínfima. En efecto, cada uno de los bornes tiene más de 300 billones de átomos, o sea que hay un solo electrón en más o en menos, según el polo, por cada 6 millones de átomos.

¿Por qué no se observa un aumento de peso? Porque la diferencia es imperceptible: un electrón pesa unas 100.000 veces menos que el átomo de cobre, y hay un solo electrón en más o en menos cada 6 millones de átomos.

(El electrón pesa 1.837 veces menos que un protón o un neutrón, y el átomo de cobre posee 29 protones y 34 neutrones.)

¿Por qué no hay cambio de color? Por la misma razón. Es cierto que un átomo de cobre privado de un electrón refleja el azul intenso del sulfato de cobre, en vez de su color rojo habitual. Pero la proporción de 1 en 6 millones es como si en una pintura mezcláramos 1 gramo de azul en 6 toneladas de bermellón, ¿quién notaría la diferencia?

LA CORRIENTE

Volvamos al hormigueo de los electrones. Supongamos que una correa transportadora llena de hormigas se pone en marcha, y tendremos una buena imagen de lo que es una corriente eléctrica. Pero con una particularidad: que mientras la velocidad espontánea de las hormigas es de 1.400 kilómetros por segundo, en cualquier dirección, la velocidad de arrastre de la correa es sólo de unos 2 centímetros por segundo.

Es como si la velocidad de los electrones fuera de 100 kilómetros por hora y la correa avanzara a razón de sólo 1 centímetro cada 20 días.

Tres hechos importantes surgen de todo esto: 1), que las "hormigas" o electrones que entran en el conductor no son las mismas que las que salen; 2), que en la corriente continua el flujo de electrones es *lento* y se asemeja al paso trabajoso del agua a través de un filtro; y 3), que en la corriente alterna, en la que cada borne pasa del polo + al polo — y viceversa 50 veces por segundo, la "correa" realiza un vaivén: la central eléctrica, en lugar de suministrarnos electrones, se limita a sacudirlos a domicilio.

Y ahora dos aclaraciones: 1), se dice que la corriente eléctrica es muy veloz porque la *perturbación* causada por el campo eléctrico, es decir el desequilibrio que se crea en un extremo de un conductor, se transmite a casi 300.000 kilómetros por segundo; 2), la corriente no viaja del polo positivo hacia el negativo; esta convención es anterior al descubrimiento del electrón. Ahora sabemos que las cosas ocurren a la inversa: son los electrones que pasan del polo negativo al positivo. Pero ya es tarde para cambiar de vocabulario.

EL CIRCUITO

Para que dos electrones no se acumulen en un punto deben recorrer un circuito cerrado. Éste se compone de buenos conductores, generalmente de cobre (la plata, mejor conductor, es demasiado cara). Los cables se *aíslan* con malos conductores (caucho, policloruro de vinilo) para evitar que la corriente tome otro camino, distinto del que se desea.

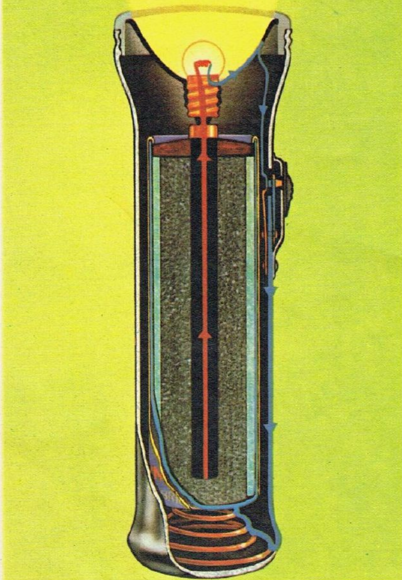
La ilustración de la pág. 16 muestra un circuito típico: el generador de la central crea una diferencia de tensión (veremos cómo en un próximo artículo) y la corriente pasa por cables aislados de las torres con porcelana o vidrio, recorre una lámpara y un fusible y vuelve a su punto de origen.

LA LÁMPARA INCANDESCENTE

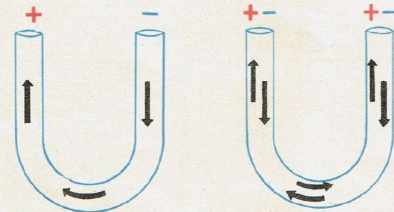
El filamento de la lámpara incandescente es de tungsteno, porque este metal sólo funde a 3.600 grados. Pero ¿por qué la corriente lo calienta hasta la incandescencia?

Los átomos de tungsteno vibran incansablemente, sin trasladarse dentro del filamento, con una frecuencia de 7 billones de veces por segundo. Este ritmo es invariable, cualquiera sea la temperatura, lo mismo que la velocidad espontánea de los electrones, que es de 7.000 kilómetros por segundo. Pero sí, en cambio, la *amplitud* de las oscilaciones de los átomos aumenta con la temperatura. A 200 grados bajo cero los átomos de tungsteno están casi inmóviles, y los electrones, que tienen entonces

La ilustración de la izquierda muestra, de manera muy simplificada, el funcionamiento de una lámpara eléctrica. Los conductores de la casa son sólo una pequeña parte del circuito completo, pues los cables que conducen hasta allí la corriente desde la central eléctrica, a muchos kilómetros de distancia, también forman parte del circuito.
En A se muestra uno de los grandes aisladores de vidrio o de porcelana que impiden que la corriente pase desde los cables a tierra a través de las torres. Las arandelas del mismo material sirven para eliminar el agua de lluvia que de otra manera podría formar un puente conductor por encima del aislador.
En B se ilustran los fusibles principales, uno para el conductor de alimentación y otro para el de retorno. Se componen generalmente de un alambre fino de algún metal o aleación que funde fácilmente cuando se eleva su temperatura. En C se muestra un fusible menor, de los que protegen los circuitos secundarios que salen de la caja de distribución, donde termina el principal. Los alambres de fusible tienen un espesor suficiente para dejar pasar cierta cantidad de corriente sin experimentar un aumento notable de temperatura. Pero si la corriente es excesiva la temperatura se eleva hasta la fusión del alambre y así queda interrumpido el circuito.
En D vemos un cortocircuito causado por una falla de aislamiento de dos conductores vecinos. La corriente pasa directamente del alambre de aporte de la corriente al de retorno, pues esta trayectoria es más corta y fácil. Se producen chispas y se desarrolla intenso calor al saltar la corriente a través del pequeño espacio que separa ambos cables.
En E se representa una llave que puede interrumpir el circuito de modo que la corriente no llegue hasta la lámpara. Nótese que es frecuentemente "unipolar", es decir, que corta un solo polo.
En F se ve una lámpara eléctrica de incandescencia que contiene un delgadísimo alambre de tungsteno, en espiral. Por lo general la lámpara está llena de argón, gas inerte que no se combina con el tungsteno.
En G aparece la sección de un cable como los que se utilizan en este circuito. Se compone de varios hilos de cobre, por lo que es mucho más flexible que si se compusiera de uno solo del mismo diámetro. El cobre es un buen conductor de la electricidad, mientras que el caucho o el policloruro de vinilo que rodean el cable son excelentes aisladores.



Debido a las reacciones químicas en la pila de esta linterna, la varilla central de grafito adquiere una carga positiva, y la envoltura de zinc una carga negativa. Los electrones en exceso de la capa de zinc pasan por el metal de la linterna, atraviesan el filamento de la lámpara y llegan a la varilla de grafito. Así se restablece el equilibrio. Se dice, sin embargo, que la corriente va del polo positivo al negativo y no en el sentido en que fluyen realmente los electrones; se trata de una convención anterior al descubrimiento de la estructura del átomo. Las flechas muestran en el grabado esa dirección convencional.



El esquema representa un conductor de "corriente continua". Los electrones se mueven siempre en la misma dirección, del polo negativo al positivo.

El esquema muestra un conductor de "corriente alterna". Las cargas de los extremos cambian de sentido, y los electrones efectúan un movimiento de vaivén.

menos oportunidades de chocar con ellos, pasan fácilmente: se dice que el metal es "superconductor". En cambio, a 1.000 grados sobre cero los choques son mucho más numerosos.
En el filamento de la lámpara se procura aumentar el número de estos choques. Si la intensidad de la corriente es de 1/6 de amperio, en cada segundo pasará por el filamento un trillón de electrones. Además, *el filamento es muy delgado*, para concentrar todos esos electrones en una sección muy pequeña, y aumentar así la proporción de choques. Bajo el impacto de los electrones los átomos oscilan con violencia cada vez mayor, con lo que crean nuevos obstáculos al paso de la corriente y originan más choques. Este círculo vicioso llega a un punto de equilibrio cuando la energía que los átomos irradian en forma de luz es igual a la que reciben de los impactos de los electrones. Nótese que cuando las oscilaciones son muy violentas los átomos rompen los lazos que los unen entre sí y el metal deja de ser sólido: funde, se convierte en líquido. El rendimiento de la lámpara incandescente es bajo: sólo el 2 % de la energía recibida se convierte en luz.

FUSIBLES

El fusible es, como el filamento de la lámpara, un sector sensible del circuito, formado por un delgado filamento de una aleación que conduce mediocremente la electricidad y *funde a baja temperatura*. En otras palabras, se calientan y se derriten fácilmente. Se los calcula para que no resistan el paso de una corriente excesiva, como la que se observa en los cortocircuitos. Son, pues, el punto débil de la cadena, los primeros en ceder, con lo que se corta el paso de la corriente y se evitan incendios.

PILA ELÉCTRICA

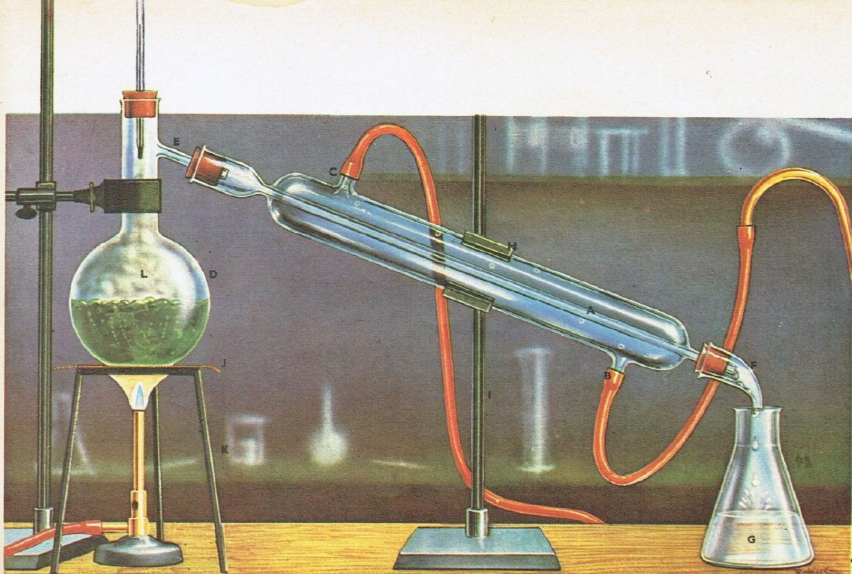
Existen, también, otras corrientes *sin conductores*, como las que atraviesan los transistores o las lámparas de vapor de mercurio: las estudiaremos más adelante. En las pilas la corriente es de origen químico, y no podemos explicarla en detalle ahora. Baste saber que el grafito pierde electrones, y que la envoltura de zinc los gana. Si se cierra el circuito entre ambos, nace una corriente eléctrica, que en la linterna de la figura pasa por la lámpara.

LA CORRIENTE ALTERNA

En una corriente alterna de cincuenta ciclos, cada conductor pasa del polo positivo al polo negativo y viceversa, cincuenta veces por segundo. Claro está que cuando un borne está en la fase positiva, el otro está en la negativa. Pero ambos atraviesan, cien veces por segundo, por un estado neutro, intermediario entre el voltaje positivo y el voltaje negativo. En otras palabras, la tensión en corriente alterna no es constante, y cuando se habla de "tensión de 220 voltios" se trata de una tensión *eficaz* de 220 voltios, lo que exige, en el instante de máxima diferencia, unos 300 voltios.

UNIDADES ÚTILES

Al estudiar las turbinas hidroeléctricas (ver "Hidrostática", páginas 10-11) veremos que su potencia útil depende a la vez de la *cantidad* y de la *presión* del agua. En electricidad el *amperio* mide la cantidad de electricidad que pasa por segundo: es una unidad de intensidad. El *voltio* es la unidad de tensión, es decir, de la "presión" a que llega la corriente. El *vatio* es la unidad de potencia, o energía por segundo, y depende de los dos precedentes. Un amperio que pasa por los bornes de una pila de unos pocos voltios se traduce en muchos menos vatios de potencia que un amperio (6.240.000 billones de electrones por segundo) recibido bajo una tensión de 500 voltios. La electricidad se paga en kilovatios-hora: un kilovatio-hora es el trabajo realizado por 1.000 vatios durante una hora.



La destilación simple en el laboratorio. Izquierda, la primera fase (hervir para obtener vapor): K, trípode y mechero de Bunsen; J, malla de alambre que difunde el calor de la llama; D, matraz, con el líquido en ebullición y su vapor L; E, tubuladura lateral. Centro, la segunda fase (enfriar el vapor para condensarlo): el condensador de Liebig, sostenido por un soporte I y una abrazadera H, se acopla a la salida del matraz; el agua circula a contracorriente en la camisa A (entra por B y sale por C) y enfría el tubo recto interior. Derecha, tercera fase: el vapor convertido en líquido cae, por el adaptador F, en el frasco G.

EL CONDENSADOR DE LIEBIG

INSTRUMENTAL CIENTÍFICO

Purificar las sustancias es indispensable en el laboratorio y en la industria. De allí la importancia de la destilación, que permite separar líquidos puros de otros ingredientes no volátiles, o fraccionar mezclas de líquidos que hierven a temperaturas diferentes.

LA DESTILACIÓN SIMPLE

En esta nota estudiaremos el método más elemental. Todos los laboratorios lo utilizan. Consta de tres fases: hervir la mezcla para obtener vapor, enfriar éste para condensarlo, y recoger el líquido así destilado. Condensar es simplemente convertir un vapor en líquido, lo que aquí se obtiene mediante el enfriamiento. Es el mismo fenómeno que se observa en la cocina cuando el vapor que escapa de las cacerolas empaña los vidrios, más fríos.

El condensador o "refrigerante" de Liebig es tan sencillo que casi no hace falta explicarlo: un tubo recto para el vapor, rodeado por una camisa en la que circula agua fría a contracorriente. La ilustración muestra claramente cómo se instala.

PRECAUCIONES

Las abrazaderas deben tener un forro de corcho, para no romper los aparatos de vidrio. Para asegurar bien los tapones y tubos de goma se los lubrica generalmente con glicerina, que no ataca al caucho. Es indispensable verificar que no haya pérdidas, muy especialmente si se trabaja con líquidos inflamables. El termómetro es necesario para tener la certidumbre de que la temperatura es la necesaria para destilar la sustancia que queremos obtener; su bulbo debe estar a la altura de la salida lateral. Si escapa vapor hacia el frasco G, redúzcase la llama. La malla metálica se usa siempre para cortar la llama directa, que podría romper el matraz. El agua fría puede absorber mucho calor, y no necesita circular rápidamente: pero es indispensable que entre en el condensador por abajo, porque si penetrara por arriba escaparía por la abertura inferior sin haber llenado la camisa por completo.

DIFICULTADES

No hay que olvidar que la limpieza escrupulosa de los aparatos es siempre indispensable: las impurezas son el mayor enemigo del principiante. Además, los vapores pueden arrastrar fracciones de otras sustancias, especialmente en líquidos con punto de ebullición próximo al que se destila.

IMPORTANCIA DE LA DESTILACIÓN

Hace siglos que se destilan bebidas fermentadas, pero ahora la destilación es la *operación-clave* en innumerables industrias. Todos conocemos las grandes columnas de destilación fraccionada en las refinerías de petróleo. Pero también se destila el hidrógeno "pesado" para los reactores nucleares a más de 200 grados bajo cero; el oxígeno puro a partir del aire licuado; o bien, a altas temperaturas, se separa el zinc del cadmio, hirviendo la mezcla de ambos.

DEWAR Y SU FRASCO DE VACÍO

El termo que utilizamos para conservar calientes o frías las bebidas es una adaptación doméstica del vaso de Dewar.

El frasco de Dewar o botella de vacío consta de dos recipientes, uno dentro del otro. Entre ambos se ha hecho el vacío y además se ha plateado en cada uno la cara que mira a dicho espacio vacío. Tenemos así un frasco de doble pared, con espejo hacia adentro y espejo hacia afuera.

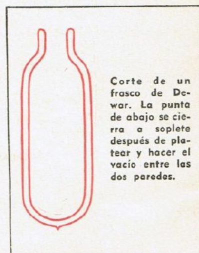
Dewar nació en 1842 y murió en 1923. En 1898 licuó el hidrógeno, que hierve a unos 253 grados bajo cero; en 1899 logró congelarlo. A temperaturas tan bajas, la aislación térmica es muy importante, y en 1892 Dewar ya había inventado su célebre frasco con el objeto de conservar el oxígeno líquido.

¿Por qué el frasco de Dewar proporciona una aislación térmica eficaz? Porque suprime los dos caminos posibles de transmisión del calor: la vía material, ya que entre los dos frascos no hay aire para transportarlo; y la vía inmaterial de las radiaciones, puesto que ambas paredes las reflejan. En estos dos principios fundamentales de Dewar, vacío y paredes reflectoras, se basa aún hoy el diseño de todo aparato para bajas temperaturas. En los laboratorios los frascos aislantes siguen siendo de vidrio. Pero para el transporte en grandes cantidades destinadas a la industria o a los cohetes espaciales, son de metal. Hay recipientes de 110.000 litros, en los que el oxígeno líquido tardaría 3 años en evaporarse totalmente —el hidrógeno lo hace 8 veces más rápido—. En los menores, de 50 litros, la evaporación es 40 veces más veloz.

Aunque su nombre quedó vinculado a la producción y conservación del frío, Dewar fue un químico de extraordinario ingenio y habilidad, que se ocupó de muchos temas.

Inventó la cordita, pólvora propulsora que se componía principalmente de nitroglicerina (el ingrediente activo de la dinamita) y nitrocelulosa (la primera pólvora sin humo). La cordita es el antepasado de los modernos "propergoles" de los cohetes intercontinentales.

Fue profesor universitario en Cambridge y en Londres. Recibió la medalla Rumford de la Real Sociedad Británica.



Corte de un frasco de Dewar. La punta de abajo se cierra a soplete después de platear y hacer el vacío entre las dos paredes.

James Dewar y uno de sus primeros frascos de vacío, que aún no se plateaban.



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

LOS TERMISTORES

Qué son. Al pasar una corriente eléctrica por un conductor, éste se calienta. Si se trata de un conductor común, al elevarse su temperatura ofrece mayor resistencia al paso de la corriente, y se calienta aún más. Dicho mecanismo se explica en nuestro artículo sobre la corriente eléctrica. Existen materiales cuya resistencia **disminuye** con la temperatura: son los **semiconductores,** que se denominan **termistores** cuando dicha disminución es muy abrupta. Hay casos en que la resistencia es 10.000 veces menor a los 100 grados centígrados de lo que lo es a los 20 grados. En otras palabras, el termistor dejará pasar 10.000 veces más corriente a los 100 grados que a los 20 grados.

Cómo miden temperaturas. Son muy sensibles, registran variaciones de hasta 0,0005°C. Se los coloca directamente en los radiadores, cabezas de cilindros, núcleos de transformadores. La corriente que los atraviesa llega a un amperímetro, que indica directamente la temperatura del termistor.
Los termistores tienen muchas otras aplicaciones, que expondremos más adelante.

Cómo se fabrican. Pueden ser minúsculos granitos o gotas de 1/5 a 1/2 milímetro de diámetro, para que se calienten y enfríen rápidamente, al compás del objeto cuya temperatura indican. También pueden ser algo mayores, en forma de finas varillas o delgados discos. Se componen de mezclas de óxidos de manganeso, níquel, cobalto, cobre, uranio, hierro, cinc, titanio y magnesio. La proporción de los ingredientes en la mezcla determina sus características de conductibilidad.

LASER

Iniciales de "Light Amplification by Stimulated Emision of Radiation" (amplificación de la luz por emisión estimulada de radiación). Se lo considera como el invento más extraordinario de esta década. Consiste en estimular un cristal de rubí de modo que **todos** sus átomos, al **unísono,** emitan fotones luminosos. Se obtiene un rayo muy puro, concentrado e intensísimo. Su campo de acción es tal (puede por ejemplo enviar un rayo a Venus y recibirlo de retorno) que lo explicaremos en detalle cuando hayamos analizado los cambios de órbita de los electrones.

PLASMA

Gas compuesto únicamente de partículas cargadas de electricidad (iones), a temperaturas enormes. Su interés actual es múltiple: en especial se busca la manera de aplicar su inmenso poder de propulsión a la navegación en el espacio. Ningún recipiente común podría contener un plasma, que alcanza a veces a millones de grados. Se lo encierra (muy imperfectamente aún) dentro de campos magnéticos.

VIRUS

Antiguamente significaba fluido dañoso, veneno. Cuando se descubrieron y cultivaron los microbios las cosas se complicaron. A veces pasaba por filtros un líquido "sin microbios" en el que nada se distinguía con el microscopio, pero que tenía propiedades infectantes, aunque no se podía cultivar. Se habló entonces de "virus filtrables". La distinción actual es la impuesta por la práctica de laboratorio: **un virus es un minúsculo agente parásito que no puede cultivarse más que en células vivientes.** Salvo casos especiales (como el del virus de la poliomielitis) se lo cultiva en embriones de pollo, es decir, en huevos fértiles incubados. Los descubrimientos recientes sobre virus son fundamentales y apasionantes: se expondrán en un informe especial.

LINOTIPO AUTOMÁTICA

La electrónica favorece la edición. Ya funcionan máquinas que automáticamente componen la tipografía y graban clisés para imprimir ilustraciones. La máquina de traducir, mucho más compleja, todavía está en su fase experimental. Explicaremos detalladamente, más adelante, el mecanismo íntimo de todas ellas. Aquí solamente indicaremos los problemas resueltos por la linotipo automática.
En el método clásico, los originales se corrigen y van a la imprenta con indicación de ancho de columna, tipo de letra, etc. De allí vuelven varias veces para sucesivas correcciones. Con los nuevos métodos, ya en uso en diarios y grandes imprentas de libros, el proceso es el siguiente:

1º) El redactor utiliza una máquina para escribir eléctrica común, que controla simultáneamente a otra que prepara una cinta perforada (análoga a las de las antiguas pianolas).
2º) Las correcciones ulteriores del original se indican con la misma máquina, y la cinta también las registra. La cinta pasa luego a la linotipo.
3º) La linotipo automática ejecuta las siguientes operaciones:

a) Compone las líneas en el ancho y tipo indicados;
b) Las "justifica", es decir, hace que el margen derecho sea recto, como el de la columna que usted está leyendo, y no irregular como cuando se escribe a máquina;
c) Al final de las líneas separa correctamente las palabras en sílabas y coloca el guión.

Esta "obediencia" a las reglas gramaticales es la parte más difícil de programar en la memoria electrónica del aparato, y no es transferible de un idioma a otro.
La cinta perforada no es indispensable. Muchísimos bancos utilizan ya **tinta magnética** que es "leída" directamente por máquinas especialmente sensibles. Evitan así errores de copia de cantidades y otros números significativos.

METEORITOS CON RASTROS DE VIDA

¿Es cierto que se han descubierto formas vivas de origen extraterrestre en algunos meteoritos? Expondremos aquí los últimos resultados.

Presencia de carbono. — Sí; hay meteoritos con carbono, aunque la presencia de éste no indique forzosamente un origen orgánico. Sobre unos 700 meteoritos conocidos, 21 contienen carbono, pero la proporción real de estos últimos debe ser mayor. En efecto: 1º, se los reconoce difícilmente una vez en tierra; 2º, se deterioran con rapidez; 3º, el roce con la atmósfera durante la caída los consume rápidamente (el mayor conocido sólo alcanza el tamaño de una cabeza humana, mientras que hay meteoritos comunes que pasan de una tonelada).
¿Cómo los restos orgánicos incluidos en tales meteoritos habían podido resistir el tremendo calor generado durante su paso por la atmósfera? Porque el calor sólo afecta una "costra" de 1 milímetro de espesor, pero el interior queda indemne.

Presencia de "petróleo". — Sí; los meteoritos con carbono contienen hidrocarburos. Se considera que el petróleo de la tierra proviene de restos de seres vivientes, pero también es cierto que los hidrocarburos pueden sintetizarse —como se hace industrialmente en el procedimiento Fischer-Tropsch— a partir del hidrógeno y el óxido de carbono. Sin embargo, los más delicados análisis (espectro infrarrojo, cromatografía, estudio del peso molecular con el espectrómetro de masa) muestran que los hidrocarburos de los meteoritos difieren de los sintéticos y se asemejan mucho al petróleo de los sedimentos terrestres más recientes, es decir, menos alterados.

Presencia de otras substancias orgánicas. — Sí; existen en dichos meteoritos. Pero recordemos que ya en 1953 un estudiante de Chicago, Miller, demostró que mediante descargas eléctricas a través de gases comunes se obtienen compuestos complejos, inclusive aminoácidos, los "ladrillos" de nuestras proteínas. Además, no se encontró ADN (ácido desoxirribonucleico): éste se considera como la base de la vida, pues puede "multiplicarse", es decir elaborar réplicas de sí mismo con los materiales circundantes.

Presencia de organismos. — Muy dudosa. La controversia estalló en 1961, cuando Claus (de la Universidad de Nueva York) y Nagy (de la Universidad de Fordham) anunciaron haber descubierto "algas fósiles". Existen microfotografías notables de estos "organismos". Para más, Sisler, del Servicio Geológico de los Estados Unidos, anunció haber logrado cultivar hasta cierto punto dichos microfósiles. Sin embargo, quedan otros dos posibilidades:

1º Se obtienen formas similares por superenfriamiento brusco de substancias inorgánicas; y hasta con minerales como la kimberlita, tratados de esta manera, se obtienen fijaciones de colorantes que parecen biológicas.
2º Todos los meteoritos con carbono son muy porosos. Vienen del vacío, y al caer en tierra el aire penetra por sus poros y los contamina con gérmenes. Además, después del manoseo que soportan, lo curioso sería que no contuvieran una gran variedad de microorganismos. Ésta es, por lo menos, la opinión de los expertos de los museos.

Conclusión. — Será necesario captar meteoritos **en el espacio** para zanjar la discusión. El tema es de importancia trascendental para los siguientes problemas:

1º Origen de los meteoritos y planetas.
2º La vida en otros mundos.
3º Aunque los meteoritos no contengan restos biológicos, nos dirán a partir de cuáles compuestos pudo aparecer la vida sobre la tierra.



CORREO DE LECTORES

Hoy contestamos consultas generales de lectores del Nº 0 de **TECNIRAMA.** Si nos escribe hágalo a **TECNIRAMA,** a la dirección del distribuidor en su país, y no olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

LA PRECISIÓN DEL RADAR

¿Cuál es la máxima precisión de un radar? (A. P. L.).

Imagine que una recta de 100 metros de largo, se levanta sólo 1 cm. en uno de sus extremos; ésta es la precisión **angular** (20 segundos de arco) de los mejores radares transportables, como el Thomson-Houston. Dicho margen de error puede reducirse en instalaciones astronómicas fijos. La precisión en la apreciación de distancias depende de la longitud de onda empleada: funcionando en la banda de 5 cm., el error es de 4 metros en 2.300 kilómetros. Por eso los modernos radares de "trayectografía balística" son capaces de "perseguir" automáticamente a los cohetes intercontinentales y calcular con precisión su recorrido y su punto de lanzamiento.

PELIGRO PARA LA RETINA

¿Por qué es tan dañoso observar sin protección los eclipses de sol y no lo es el mirar directamente el sol? (L. O.).

Porque en el eclipse de sol el daño pasa inadvertido. A medida que disminuye la luz la pupila se dilata; los rayos infrarrojos, que siguen llegando hasta que reina una oscuridad casi completa, penetran sin obstáculos hasta la retina y pueden quemarla en la misma forma en que los rayos solares concentrados por una lupa queman un papel. No hay dolor. En los casos extremos los infrarrojos perforan insidiosamente la retina y la víctima pierde para siempre toda visión central, quedándole sólo la periférica. La protección que da un vidrio ahumado es insuficiente; son necesarios por lo menos dos espesores de película fotográfica totalmente expuesta y sobrerrevelada. Los ojos de los niños son los más sensibles.

TRITONES DE SIBERIA

¿Es cierto que se ha logrado reanimar tritones de Siberia después de cinco mil años de permanecer congelados? (M. M.)

No. El especialista soviético profesor Losino-Losinsky lo desmiente formalmente. "Se trata, dice, de animales actuales que hibernan en fisuras eternamente heladas, lo que induce a confusión". Recordemos, por nuestra parte, que en la hibernación o sueño invernal la actividad fisiológica es más lenta, pero no se detiene. El estado de "anabiosis" o suspensión absoluta de los procesos vitales, es desconocido en los vertebrados.

LA CIUDAD DE LOS SABIOS

¿Es cierto que se construye en Rusia una "ciudad de la ciencia"? (J. C. M.)

Según nuestros informes, sí. Está en Siberia, a 18 kilómetros de Novosibirsk (3.000 kilómetros al este de Moscú). Se llama **Akademgorodok,** "pequeña ciudad de la Academia", se construye a máxima velocidad desde 1957, recibe energía de la nueva represa sobre el río Obi y su equipo actual de técnicos, que se proyecta cuadruplicar, es de 12.500 personas. Se han publicado fotografías en revistas norteamericanas. La dirige el matemático Laurentiev.

ÓPTICA SUBMARINA

¿Hay anteojos que permitan ver claramente bajo el agua? (M. N. F.).

Cuando nadamos sumergidos nuestra visión es muy turbia porque los rayos de luz, al pasar del agua a la córnea, **se desvían muchísimo menos que cuando nos llegan por el aire** (estas diferencias de refracción se explicarán en TECNIRAMA Nº 8). Entonces la imagen de un determinado punto en nuestra retina ya no es otro punto, sino una mancha. En otras palabras, sufrimos una enorme hipermetropía (lo contrario de miopía) de unas 40 dioptrías. También las lentes de contacto pierden toda eficacia en sumersión. Existen anteojos con lentes rellenos de aire, eficaces bajo la superficie, pero se usan muy poco porque no impiden el contacto del agua, que irrita los ojos. Los acuanautas suelen utilizar máscaras con una ventana de vidrio plano (si fuera curva se verían los objetos tan deformados como a través de un vaso de agua). Las ventanas planas tienen dos inconvenientes: 1º los objetos parecen algo más grandes y próximos, pero es fácil habituarse; 2º, el campo visual es reducido, lo que resulta peligroso en ciertas aguas. De allí que poco a poco se generalicen las máscaras con dos lentes curvas "correctoras", que evitan esos inconvenientes.

ANIMALES NADADORES

¿Nadan por instinto los animales salvajes? (E. G.)

Hace poco tiempo hubo revelaciones sorprendentes. Con la construcción de una gigantesca represa en Rhodesia, se formó lentamente un lago; los animales salvajes se refugiaron en las tierras altas, que al subir el agua se transformaron en islotes cada vez más pequeños. Se inició entonces la llamada "operación Noé" para salvar esa fauna salvaje y se comprobó lo siguiente. El **elefante** no es rápido (2 kilómetros por hora) pero compensa su lentitud con su resistencia: nada durante 5 ó 6 horas; los **conejos** consiguieron nadar 25 metros, y las **gallinas** sólo 5 metros. El **gibón** se hundía. El **antílope** y el **gamo** se clasifican entre los buenos nadadores, mientras que el rey de la selva, el **león,** está entre los que poseen sólo discretas aptitudes. Las lanchas recogían los animales a los primeros síntomas de desfallecimiento.

"SHARK-REPELLENT"

¿Cuál es la base de los productos para alejar los tiburones de los náufragos o de los nadadores? (C. K.)

El acetato de cobre. Los resultados no son concluyentes.

LA TRASLACIÓN DEL SISTEMA SOLAR

¿A qué velocidad se traslada el sol en el espacio? (A. M. G.)

El Sol, acompañado por los planetas, gira alrededor del centro de la Vía Láctea, nuestra galaxia, a 250 kilómetros por segundo. Tardaría unos 112 millones de años en dar una vuelta completa (es fácil calcularlo, sabiendo que su distancia al centro es de 30.000 años-luz).

Y PARA CONCLUIR...

"NOBLEZA" MENOSCABADA

El helio, el neón, el argón, el kriptón, el xenón y el radón son gases llamados "nobles" debido a su tradicional desdén por combinarse con otros elementos.

En el Nº 7 de TECNIRAMA se explicará que esa inercia química se debe a que la capa exterior de sus átomos posee una dotación completa de ocho electrones. Nada les falta, nada les sobra.

Los investigadores intentaron infructuosamente combinarlos con el más ávido de todos los elementos, el flúor, que tiene sólo siete electrones en la capa exterior de sus átomos (la carga negativa que adquiere al capturar el electrón que le falta explica su denominación de "elemento electronegativo").

En el laboratorio de Argonne, Estados Unidos, se logró por fin el primer compuesto indiscutible con un elemento noble: el tetrafluoruro de xenón (cuatro átomos de flúor y uno de xenón: fórmula F_4X). El secreto de la preparación está en **enfriar velozmente,** después de calentarlo una hora a 400 grados, el recipiente hermético que encierra una parte de xenón y cinco de flúor. El nuevo compuesto, sorprendentemente estable, puede resistir más de 350 grados de temperatura, forma cristales incoloros y se descompone en contacto con el agua. También se lograron en Argonne compuestos de radón (emanación de radio), y un difluoruro de xenón F_2X. Pero los otros tres gases inertes, que retienen sus electrones con mayor firmeza, se conservan aún incólumes.

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	30.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COLOMBIA,	Pesos	2,50	*ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4.—
*CHILE,	Escudos	0,60	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—	*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

APARECE TODAS LAS SEMANAS

*Distribución a partir del 21 de octubre de 1963

Nº 2

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA



CONSEJO DE ASESORES DE TECNIRAMA

AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: Prof. William W. WATSON (Jefe del Depto. de Física, Univ. de Yale), peso atómico. Prof. Dirk BROUWER (Director del Observatorio Univ. de Yale), inercia y masa. Prof. Percy W. BRIDGMAN (Univ. de Harvard), presión. Dr. William W. SEIFERT (Inst. Tecnológico de Massachusetts), computadora. Jean TERRIEN (Doctor en ciencias y en física, París), óptica. Maurice CAULLERY (de la Academia de Ciencias de París), Leeuwenhoek. Dr. Harry D. POLSTER (The Perkin-Elmer Corporation), espejos. Dr. Rudolf ALTEVOGT (Münster), número de especies. Prof. Richard HALL (Univ. Nueva York), protozoarios. Dr. P. van OORDT (Utrecht), espongiarios. Dr. Gerald M. CLEMENCE (Director Observatorio Naval EE.UU.), día solar. Stephen G. SIMPSON (Prof. química analítica, Inst. Tecnol. Massachusetts), balanza. Robert H. CANNON, Jr. (Prof. Univ. Stanford), navegación automática. Ing. William G. BROMBACHER (National Bureau of Stadndards), acelerómetros. Abraham H. MOLES (Dr. en físico, ing. electrotécnico, Ginebra), peso atómico. León T. ROSEMBERG (Ing. Jefe de Allis-Chalmers, EE.UU.), generadores. Leo NEDELSKY (Prof. física Univ. Chicago), balanza e inercia. Prof. Burris B. CUNNINGHAM (Lab. Química y Radiaciones Univ. California), peso atómico. Prof. Raymond J. NELSON (Dir. Computing Center, Case Institute of Technology), computadoras. Dr. Edward G. RAMBERG (Laboratorios RCA), microscopio electrónico.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo al que corresponden.

Publicada en Argentina por

EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



TOMO I
AÑO I
Nº 2

SUMARIO

Distribuidores, Agentes de Suscripciones y Venta de Números Atrasados, ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana S. A., Carrera 7ª nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924. San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S. A., Santo Domingo 1175, Santiago. **EL SALVADOR:** Distribuidora Salvadoreña S. A., Av. España 344, San Salvador. **ESPAÑA:** Central Española de Publicaciones S. A., Balmes 96, Barcelona. **GUATEMALA:** De la Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Srta. Hortensia Tijerino, Salvador Mendieta 111, Tegucigalpa. **MÉXICO:** Distribuidor Dispublex S. A., Dir. responsable Marcial Frigolet, Hamburgo 108, México D. F. **NICARAGUA:** Elías Argeñal (h.). **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S. A., Jirón de la Unión 284, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Compañía Uruguaya de Ediciones S. A., 25 de Mayo 620, Montevideo. **VENEZUELA:** Venezolana de Publicaciones C. A., Princ. a Sta. Capilla 4, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA:

Verificación del sistema hidráulico del tren de aterrizaje de un avión.

Correo Apartado Central B — TARIFA REDUCIDA — CONCESION EN TRAMITE



NOTICIAS DE HOY

Esterilización mediante rayos. — Funciona ya en Slough, Gran Bretaña, la primera fábrica de material quirúrgico esterilizado por irradiación.
Ventajas: se esterilizan los productos ya embalados, sin el peligro que significarían las manipulaciones ulteriores.
Problemas: ¿cómo saber que el paquete recibió una dosis suficiente? Se marcan los envases con una tinta de policloruro de vinilo (material plástico muy corriente) que contiene un colorante amarillo indicador de acidez (metil-naranja u Orange IV). Los rayos gamma liberan el ácido clorhídrico del policloruro y cuando se alcanza la acidez deseada el colorante se vuelve rojo.

Nuevos informes sobre el planeta Marte. — Los datos transmitidos por el planetoide soviético Marte-I coinciden con los obtenidos, mediante el radar, por la universidad de Pasadena (California, EE.UU.): el suelo de Marte es semejante al de la Tierra, pero con relieves mucho menos acentuados. Semejante desgaste implica que hubo una erosión importante, es decir, un ciclo activo del agua (la superficie de la Luna, satélite privado de atmósfera, es en cambio muy abrupta). Es cierto que Marte carece ahora de mares, pero debió tenerlos en el pasado: Marte-I reveló indicios de lechos de antiguos mares.

El tritio ayuda a la agricultura. — El tritio es una variedad de hidrógeno cuyo núcleo atómico contiene, además del protón del hidrógeno común, dos neutrones. Por lo tanto, su peso atómico es 3 en lugar de 1. Es radiactivo, pero su descomposición es bastante lenta (cada 12 años y 3 meses una determinada cantidad de tritio se reduce a la mitad). Hay un poco de tritio en el agua de lluvia, debido a la acción de los rayos cósmicos (y ocasionalmente de explosiones atómicas). Desde hace algunos años se lo emplea mucho en investigaciones químicas y biológicas. Ahora resulta también muy útil en agricultura. En efecto, si se conoce su proporción en las lluvias, se puede saber la edad de una napa de agua subterránea con sólo dosificar el tritio que contiene: se evitan así proyectos desastrosos de fomento agrícola basados en la utilización de napas subterráneas que se agotan en seguida porque son el resultado de una acumulación muy lenta durante miles de años y se renuevan muy lentamente.



NOTICIAS DE MAÑANA

Glaciares artificiales en la U.R.S.S. — El clima de los desiertos y estepas es "continental", es decir, helado de noche y cálido de día. Actualmente se lo aprovecha así: se inunda el terreno con aguas subterráneas, saladas. Durante la noche el agua se congela y **expulsa la sal**, que penetra en las fisuras e impide que el agua filtre. Se repite diariamente la operación hasta formar una capa de hielo sin sal de más de un metro de espesor. Esta reserva de agua dulce permite transformar regiones semidesérticas en tierras aprovechables.

El rocjet. — Es un nuevo método de perforación y corte de rocas. Un tubo proyecta a 1.500 metros por segundo una mezcla ardiente de queroseno y oxígeno. La temperatura de combustión llega a 3.500 grados. En las canteras de granito, por ejemplo, el rendimiento del nuevo sistema es 20 veces superior al de las instalaciones mecánicas.

Un nuevo lubricante: el aire. — En las grandes imprentas hay guillotinas en las que los pesados bloques de resmas de papel se deslizan sobre un "colchón de aire" (el mismo peso de las resmas abre, en la mesa de la guillotina, unas valvulitas por las que escapa aire comprimido). El obrero mueve entonces masas considerables con un esfuerzo minúsculo.
En Dresde, Alemania Oriental, se ha construido un motor cuyo eje también "flota" en aire comprimido a 5 atmósferas el cual penetra por minúsculos conductos abiertos en el cojinete. A 1.500 revoluciones **por segundo** funcionó 7.000 horas sin inconvenientes (con los lubricantes clásicos no hubiera soportado 1.000 horas).
Sus ventajas son dos: 1º, casi no hay desgaste, porque el eje no entra en contacto con la pared del cojinete; 2º, no hay resistencia al arranque (en lo que difiere de los lubricantes clásicos, que sólo forman una película protectora cuando el eje ya está en movimiento).
Pero el aire es muy "blando" y no soporta sobrecargas importantes: los lubricantes comunes lo aventajan cuando es preciso absorber choques.

LOS ESPEJOS

Un cuerpó capaz de absorber toda la luz que recibiera, sin devolver nada, sería absolutamente *negro*. Aunque todas las superficies reflejan la luz en mayor o menor grado, no lo hacen de la misma manera. En primer lugar, el porcentaje reflejado o "albedo" es mayor, por ejemplo, para la nieve que para el carbón. En segundo lugar, y esto es muy importante, una superficie rugosa refleja en *todas* direcciones los rayos paralelos que recibe, mientras una superficie pulida lo hace en *una sola dirección*: piénsese en la diferencia entre un cristal plano y el vidrio en polvo, o entre la plata pulida y la plata "mate". Un papel blanco sólo absorbe una quinta parte de la luz que recibe, y difunde el resto en varias direcciones; un buen espejo revierte, en una sola dirección, el 98 % de los rayos paralelos que llegan a él.

Un espejo es una superficie muy pulida de una sustancia de elevado poder de reflexión. Los espejos pueden ser planos o curvos. El espejo común, plano, consiste en un cristal en cuya cara posterior una capa de plata pura u otro metal brillante hace las veces de reflector. El rayo de luz que cae sobre esa superficie "rebota" como una bola de billar que da contra una de las bandas, es decir, vuelve hacia atrás según un ángulo igual y simétrico al que corresponde a su llegada. Esto se cumple siempre, independientemente del material de la superficie reflectora. El rayo de luz que llega al espejo se denomina *rayo incidente* y el de salida, *rayo reflejado*. La inclinación de un rayo se mide por el ángulo que forma, no con el espejo, sino con una línea perpendicular a él (la *normal*) trazada por el punto en que tiene lugar la reflexión, o *punto de incidencia*.

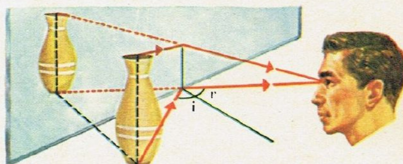
En todos los casos se cumple esta sencilla ley: el ángulo de incidencia (i) formado por el rayo incidente y la normal es igual al ángulo de reflexión (r) formado por el rayo reflejado y la normal. En un espejo plano común vemos nuestra *imagen*. Ésta posee nuestra forma y tamaño y parece encontrarse detrás del espejo a la misma distancia que nosotros nos hallamos delante de él. ¿Cómo se forma esa imagen? Los rayos de luz que salen de un objeto se reflejan en el espejo siguiendo un ángulo determinado, y de allí llegan a nuestros ojos. Es decir, que los vemos siguiendo una dirección que no conduce al objeto mismo, sino a un punto *detrás* del espejo del cual *parecen* provenir. Allí situamos mentalmente la imagen. Ésta es una especie de ilusión óptica, porque, claro está, detrás del espejo no hay nada.

He aquí varias nociones básicas: 1º) La geometría muestra que todo punto del objeto se traduce en un solo punto de la imagen: ésta es nítida, no borrosa. 2º) La imagen es "virtual", porque los rayos de luz sólo *parecen* salir de ella (sería "real" si los rayos salieran efectivamente de la imagen). 3º) Si se traza una línea imaginaria de un punto del objeto a su homólogo de la imagen, el espejo es perpendicular a dicha línea y la corta por la mitad. 4º) La posición de la imagen no depende de quién mire, sino de la situación del objeto con respecto al espejo: es como si observáramos algo a través de una ventana colocada en el lugar del espejo. La porción que vemos del objeto es la misma que veríamos a través de la ventana.

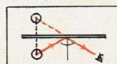
Para hacer los espejos comunes se utiliza la plata. En los telescopios se emplea el aluminio, que refleja mejor el azul y el ultravioleta; si es preciso reflejar ondas sumamente cortas, el platino resulta indispensable. El oro es el que mide mejor las temperaturas, por su alta reflexión en el sector infrarrojo.



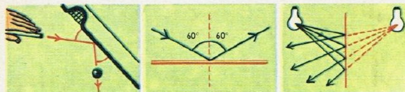
El actor arregla su bigote con la mano derecha; en el espejo parece que lo hiciera con la izquierda. Los espejos invierten las distancias, pero reproducen la disposición de los planos paralelos a ellos. Por eso no se puede rotar un objeto para que coincida con su imagen en el espejo.



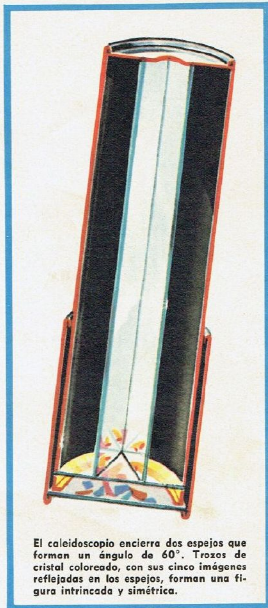
VISTA DESDE ARRIBA



La imagen parece encontrarse detrás del espejo a la misma distancia que la del objeto delante de él. Esta simetría se debe a que el ángulo de reflexión es absolutamente igual al de incidencia.



Izquierda: el ángulo con el cual la bola de billar sale después de chocar contra una banda es igual al de llegada. Centro: el ángulo con el cual el rayo de luz incide sobre el espejo determina un ángulo de reflexión exactamente igual. Derecha: los rayos de luz desviados por el espejo "parecen" provenir de detrás de él.



El caleidoscopio encierra dos espejos que forman un ángulo de 60°. Trozos de cristal coloreado, con sus cinco imágenes reflejadas en los espejos, forman una figura intrincada y simétrica.

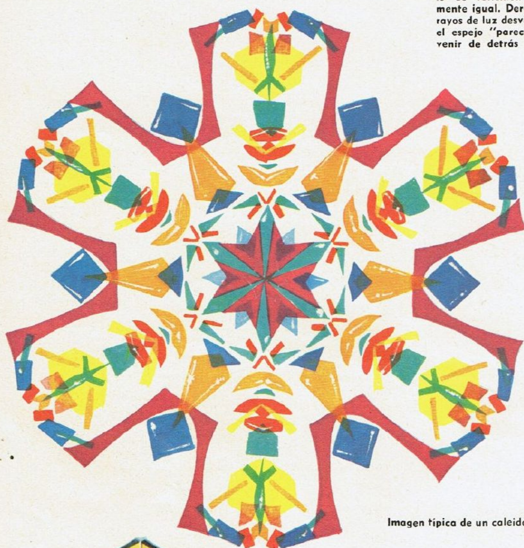
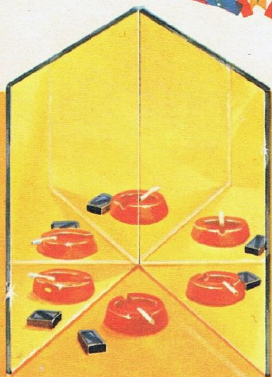
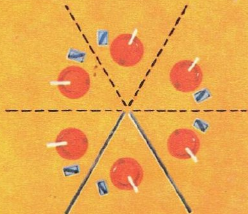


Imagen típica de un caleidoscopio.

Pocos objetos "emiten" realmente luz. Por lo general, como la llama o los filamentos de las lámparas, se hallan a elevadas temperaturas. Los demás objetos se ven gracias a que "reflejan" en todas direcciones la luz que reciben, y que una parte de ésta llega a nuestros ojos.





Dos espejos colocados a 60°, como en un caleidoscopio, forman no sólo dos imágenes simples del objeto colocado entre ellos, sino también imágenes de dichas imágenes.

Si dos espejos forman un ángulo, cada uno de ellos da una imagen del objeto colocado entre ellos; si el ángulo es cerrado, también se observan imágenes de las imágenes. Si los espejos son paralelos, teóricamente se producen infinitas imágenes de un mismo objeto. En la práctica eso no ocurre, porque a través de tantas reflexiones la luminosidad se debilita. El caleidoscopio es un tubo en cuyo interior hay dos espejos que forman un ángulo de 60°. En un extremo del tubo hay trocitos de cristales de colores. La imagen de cada cristal en cada uno de los espejos se repite varias veces formando así un dibujo intrincado y simétrico que varía cada vez que agitamos el caleidoscopio y los cristales cambian de posición. Son tantas las combinaciones posibles que es muy improbable obtener dos veces el mismo dibujo.

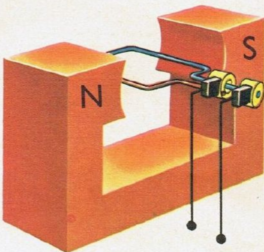
LA PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD

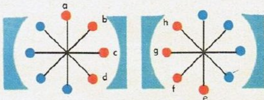
La electricidad es una de las formas más útiles de la energía: se distribuye con facilidad, se conecta e interrumpe instantáneamente.
Recordemos que una corriente eléctrica es un flujo de partículas llamadas *electrones*, cada uno con la misma y diminuta carga negativa.
Normalmente los electrones forman parte de los átomos, pero en los buenos conductores como el cobre los más exteriores se desprenden con facilidad, de manera que siempre hay "electrones libres" que saltan de átomo en átomo. Si se establece una diferencia de "presión" eléctrica entre los extremos de un conductor, es decir, si en un extremo hay un exceso de electrones (cargados negativamente) y en el otro faltan —hay muchos átomos con carga positiva—, los electrones se desplazarán saltando de átomo en átomo de un extremo al otro del conductor. Se originará así, una corriente eléctrica.
Las máquinas que producen corriente eléctrica se llaman generadores.

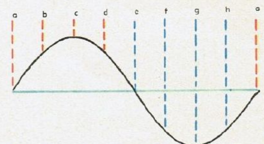
CÓMO FUNCIONA UN GENERADOR

El principio del generador es simple: cada vez que un conductor se mueve cerca del extremo de un imán se origina en él una diferencia de tensión eléctrica (voltaje). Esta notable propiedad del magnetismo, es decir su capacidad de crear un flujo de electrones, es todavía un misterio. Simplemente se acepta como hecho de experiencia que cuando un conductor se mueve en un campo magnético nace entre sus extremos una diferencia de "presión" eléctrica; si conectamos ese conductor a un circuito circulará en él una corriente eléctrica.
Se llama campo magnético a la zona que rodea a un imán y en la cual se manifiestan sus efectos. En las figuras de estas páginas se representan los campos magnéticos mediante líneas (llamadas "líneas de fuerza") que van del polo norte (*N*) al polo sur (*S*) de un imán.
Para que nazca una tensión eléctrica el conductor debe *moverse* y *atravesar* las líneas de fuerza. No hay voltaje si no se mueve, no hay voltaje si no corta líneas de fuerza.

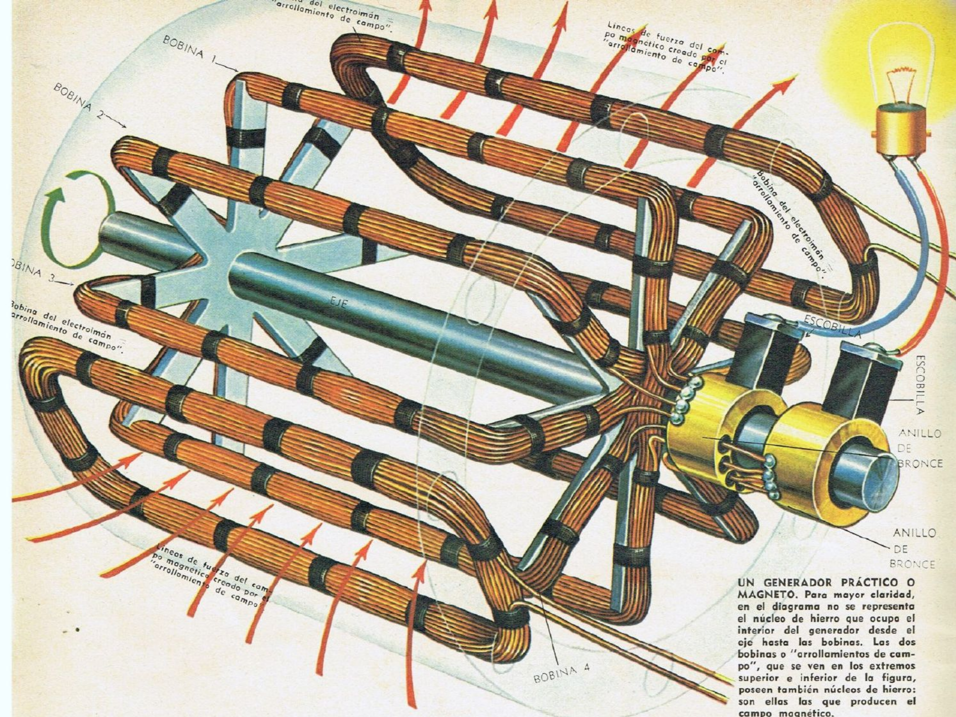
Izquierda: el dibujo superior muestra el campo magnético (representado por líneas de fuerza), que existe alrededor de un imán. Colocando dos imanes con sus polos opuestos frente a frente, se obtiene un campo magnético intenso, uniforme y concentrado. La figura siguiente muestra una espira de alambre conductor ubicada en el campo magnético. Al girar "corta" las líneas de fuerza y (si está conectada a un circuito exterior) se produce una corriente. Cuando la espira se encuentra en la posición indicada en la figura del centro, se mueve a lo largo de las líneas de fuerza "sin cortarlas" y entonces no se produce corriente. En las dos últimas figuras la mitad de color rojo de la espira corta nuevamente las líneas de fuerza, pero gira ahora "hacia arriba" de modo que se invierte la dirección de la corriente.







Un generador elemental. Arriba: vemos la bobina de frente, en ocho posiciones distintas de una revolución completa. La intensidad de la corriente en cada momento varía como lo muestra la curva. En la posición "e" (bobina vertical) se invierte la corriente.



UN GENERADOR PRÁCTICO O MAGNETO. Para mayor claridad, en el diagrama no se representa el núcleo de hierro que ocupa el interior del generador desde el eje hasta las bobinas. Las dos bobinas o "arrollamientos de campo", que se ven en los extremos superior e inferior de la figura, poseen también núcleos de hierro: son ellas las que producen el campo magnético.

OBTENCIÓN DE LA CORRIENTE

Para lograr un voltaje mayor hay cuatro recursos:

1º) *Más líneas de fuerza para cortar,* es decir, un imán más potente. En la práctica se utiliza un *electroimán* (hierro rodeado por un carrete de alambre conductor, porque así como los imanes engendran corrientes, las corrientes engendran imanes). Cuanto más vueltas tiene la bobina, más intenso es el campo magnético.

2º) *Líneas de fuerza más compactas,* enfrentando dos electroimanes y creando así un campo rectilíneo entre ambos. De este modo los conductores que giran en el espacio libre cortan prácticamente todas las líneas de fuerza.

3º) *Más velocidad del conductor,* para que corte más líneas de fuerza por segundo.

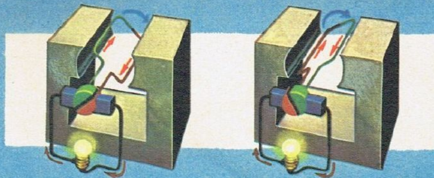
4º) *Más conductor que se mueva,* es decir, más alambres girando dentro del campo magnético, o sea, una bobina con más espiras.

CORRIENTE CONTINUA Y CORRIENTE ALTERNA

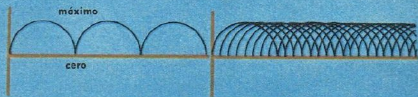
La corriente producida por rotación de una bobina en un campo magnético no es uniforme. Llega a un máximo cuando su plano es paralelo a las líneas de fuerza, ya que en esta posición las *corta* perpendicularmente. En cambio cuando el plano de la bobina se sitúa perpendicularmente a las líneas de fuerza no se produce corriente, pues en esta posición sus ramas se mueven *a lo largo* de las líneas de fuerza sin cortarlas. Si se observa una rama de la bobina mientras ésta gira se ve que durante una parte del tiempo se mueve a través de las líneas de fuerza en sentido ascendente, y cuando llega al lado opuesto lo hace en sentido descendente. En consecuencia, la corriente cambia de dirección dos veces por cada revolución de la bobina. Se trata, pues, de una corriente alternante, llamada "corriente alterna" (C. A.), semejante a la que habitualmente suministran las centrales modernas. A veces es necesario disponer de corriente eléctrica de un solo sentido, o "continua" (C. C.). En esta misma nota se indica un modo de obtenerla.

LOS GENERADORES USUALES

Un generador práctico posee varias bobinas dispuestas como los rayos de una rueda, arrolladas sobre un núcleo de hierro que concentra las líneas de fuerza del campo magnético que deben cortar. Este campo magnético que engendra las líneas de fuerza no se produce mediante imanes o barras de hierro sino mediante un par de electroimanes, alimentados por la corriente que el mismo generador produce; los electroimanes consisten en una bobina denominada "arrollamiento de campo" (porque es la que genera el campo magnético) y un núcleo de hierro en su interior. Cuando por la bobina circula una corriente eléctrica se produce en su centro un campo magnético que puede ser mucho más intenso que el de cualquier imán permanente.



Corriente continua. Puede obtenerse corriente continua (impulsos eléctricos en un solo sentido) conectando los dos terminales de la bobina a un anillo que reemplaza los colectores de bronce. Mediante este dispositivo, siempre que una parte de una bobina "baja", entra en contacto con la escobilla de la izquierda; y cada vez que "sube" y se invierte el flujo, entra en contacto con la escobilla de la derecha. Las figuras lo muestran claramente. La corriente que pasa por cada escobilla (en azul) tiene entonces "siempre" el mismo sentido y así la corriente fluye de la escobilla de la derecha, pasa por la lámpara y vuelve a entrar en el generador por la escobilla de la izquierda.
Se llama "conmutador" al anillo que rectifica la corriente. Aunque asegura que la corriente conserve siempre el mismo sentido, no puede impedir que caiga hasta cero cada vez que la bobina se encuentra en posición vertical, pues entonces ésta se mueve a lo largo de las líneas de fuerza en lugar de cortarlas. Si el número de bobinas es mayor, es posible que en cada una de ellas la corriente sea máxima en el preciso instante en que en otra es igual a cero. En ese caso el conmutador consiste en varios pares de segmentos ordenados alrededor del eje en lugar de componerse de sólo dos partes. Dichos segmentos están aislados unos de otros; los extremos de cada bobina rozan con segmentos opuestos.



Corriente variable (no alterna) de una sola bobina con conmutador o anillo que rectifica la corriente.

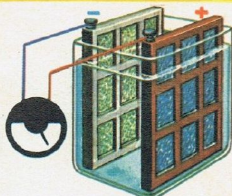
Corriente estabilizada por la superposición de la corriente oscilante de ocho bobinas.

OTRAS FORMAS DE PRODUCIR ELECTRICIDAD

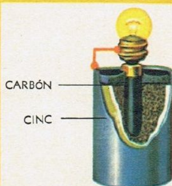
¿De dónde se obtiene al iniciarse el movimiento la corriente necesaria para los electroimanes? ¿No hay en esto un círculo vicioso?
No, jamás; los grandes generadores llevan acoplado sobre el mismo eje un pequeño generador que utiliza para su funcionamiento un par de imanes *permanentes* (esta máquina se llama excitatriz).
¿Cómo se une un circuito exterior a las bobinas en movimiento? A primera vista parece un problema insoluble. Pero se lo resuelve conectando los terminales de cada bobina a un par de anillos de bronce montados sobre el eje del generador. El circuito exterior se conecta a las "escobillas" (generalmente bloques de grafito) que toman la corriente de los anillos colectores por frotamiento sobre ellos.
Si la energía no se crea de la nada, ¿de dónde sale la que produce la corriente eléctrica?
Sale de una máquina de vapor, o una turbina, que mueven el generador. Éste sólo *convierte* esa energía mecánica en energía eléctrica.

CONCLUSIÓN

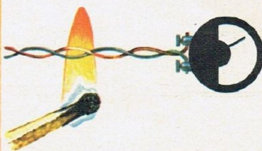
Los generadores transforman energía mecánica en electricidad.
El rendimiento de los generadores es bastante bajo, pero la corriente eléctrica es infinitamente más versátil. Los generadores pueden ser de corriente continua o corriente alterna. Existen pequeños generadores de viento, o accionados por motores a gasolina.
Los mayores generadores funcionan mediante turbinas de agua, de vapor, etc.
La fuente de poder mecánico se llama "primer motor".



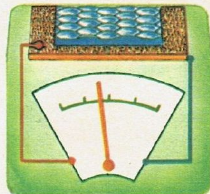
Una placa de plomo se carga negativamente y una de bióxido de plomo se carga positivamente cuando se colocan ambas en el mismo recipiente con ácido sulfúrico diluido en agua. Se llama "acumulador"; agotado, se lo regenera por corriente eléctrica.



La reacción química en el interior de la pila seca hace que la varilla de carbón se cargue positivamente y la camisa de cinc negativamente. El próximo número contendrá un artículo sobre acumuladores y pilas secas.



Se produce una corriente muy débil cuando se calienta la unión de dos metales diferentes. Este dispositivo se llama par termoeléctrico; se utiliza para medir la temperatura en los hornos. Dichos aparatos se llaman "pirómetros".



Se produce una corriente muy débil cuando la luz incide sobre ciertos metales. Este dispositivo se llama "célula fotoeléctrica". Los fotómetros se basan en este fenómeno. Los vehículos espaciales llevan "baterías solares" análogas para sus transmisiones.

VIBRACIÓN Y SONIDO

El sonido de las campanas es simplemente la vibración causada por el badajo al golpear contra el bronce. Las vibraciones de la campana tiran y empujan del aire que la rodea, y éste a su vez tira y empuja al aire adyacente y así sucesivamente. De este modo las vibraciones llegan en forma de sonido a los oídos del observador. El tímpano sufre una especie de percusión rítmica por la onda sonora: "onda de compresión". Todo lo que suena está en vibración pero no todo lo que vibra produce sonidos audibles. La cadencia o ritmo de la vibración determina la altura o la nota del sonido que produce. Si se introduce un serrucho en un corte efectuado en un trozo de madera, se dobla y luego se suelta, la hoja del serrucho vibrará. Si sólo se introduce la punta, el serrucho oscilará suavemente, produciendo a lo más un zumbido grave, pero cuanto más profundamente se lo introduzca en el corte (es decir, cuanto más corta sea la parte de la hoja que puede vibrar) tanto más rápidas serán las oscilaciones y tanto más agudo el sonido emitido.

Un columpio o un péndulo oscilan, pero su "vibración" es tan lenta que no hace vibrar el tímpano, y no se oye; asimismo, pocas personas pueden oír el chillido del murciélago. Algunos sonidos son demasiado bajos, y otros demasiado altos para ser oídos. Percibimos sonidos desde 20 vibraciones por segundo (ciertos tambores profundos) hasta 20.000 (notas muy altas de las sirenas). Nótese que estos límites de audibilidad se refieren a la *altura* del sonido, no a su *fuerza;* es decir, a la *frecuencia* de las ondas, no a su *amplitud*.

En el ejemplo del serrucho, las vibraciones se transmiten al aire, que las lleva hasta el oído. Pero también es posible oír a través de sólidos, como los indios que, oreja en tierra, percibían a gran distancia el galope de un caballo.

También se puede oír a través de líquidos: un nadador bajo el agua capta con claridad el ruido del motor de una lancha. En cambio no es posible oír a través del vacío: a medida que extraemos el aire de un recipiente en cuyo interior tañe una campana, el sonido se apaga hasta anularse, porque no hay ningún medio que conduzca las oscilaciones hasta el oído.

TÉRMINOS BÁSICOS

Aunque para el uso corriente el "sonido" es sólo la vibración *audible*, en física significa cualquier vibración de un sólido. Cuando un científico dice "este sonido es inaudible", el lego dice "no hay sonido".

Las frecuencias audibles son "sónicas". Las demasiado lentas o "infrasónicas" se propagan a miles de kilómetros y sirven para localizar exactamente las tormentas geomagnéticas. Las demasiado rápidas para ser audibles son "ultrasónicas" y se dividen en tres categorías: hasta 100.000 vibraciones por segundo se emplean para la localización submarina por el sistema *sonar*; de allí hasta 1 millón de ciclos por segundo, son los ultrasonidos propiamente dichos, de múltiples aplicaciones industriales y terapéuticas. Cuando se pasa de los mil millones de ondas por segundo se habla de "hipersónicos", que desde hace poco tiempo se ensayan en electrónica.

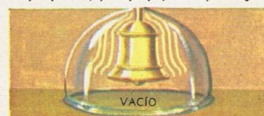
Las vibraciones viajan a través del AIRE
Se transmiten las vibraciones de una campana hasta el oído que las percibe.



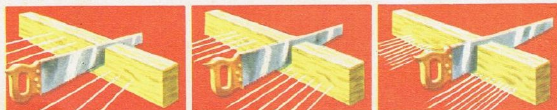
Las vibraciones se transmiten a través de los SÓLIDOS
Es posible oír a través de un sólido pues ellos propagan también las vibraciones.



Las vibraciones llegan a través de los LÍQUIDOS
Los líquidos también conducen las vibraciones, lo que permite, por ejemplo, oír bajo el agua.

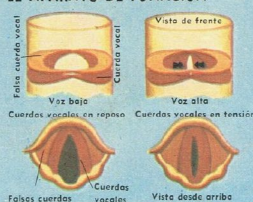


. . . pero NO viajan a través del VACÍO
Es imposible oír a través del vacío; no hay nada que transmita las vibraciones hasta el oído.



El tono del sonido que produce la hoja del serrucho al vibrar depende de la velocidad con que oscila. Ésta depende a su vez de la longitud de la hoja en vibración, no de la fuerza puesta en juego. Cuanto más corta es la hoja tanto más rápidas son las vibraciones y más agudo resulta el sonido.

EL APARATO DE FONACIÓN



La voz humana resulta de la vibración de las cuerdas vocales al pasar el aire espirado por la hendedura que las separa. El aire transmite esas vibraciones hasta el oído. Según la tensión de las cuerdas varía su velocidad de vibración y por lo tanto el tono del sonido.



LA HIDRÁULICA

PANORAMAS CIENTÍFICOS

El conocimiento de la hidráulica, ciencia que estudia las propiedades de los líquidos, nos proporciona excelentes métodos para transmitir uniformemente energía y para aprovecharla al máximo.

EXPERIENCIAS BÁSICAS

Las propiedades fundamentales de los líquidos son dos: adoptan la forma del recipiente que los contiene y son incompresibles. Un gas puede comprimirse porque los espacios libres entre sus moléculas, o partículas elementales que lo componen, son grandes; pero las moléculas de un líquido están tan próximas que es casi imposible disminuir su volumen, por grande que sea la presión.

Si por un extremo de un tubo lleno de agua se introduce más agua, por el otro extremo saldrá exactamente la misma cantidad. Si con una fuerza de 10 kilos empujamos, por un tubo de *diámetro uniforme* 10 centímetros del agua, por el otro extremo podremos levantar un peso igual a una altura igual, es decir, 10 kilos a 10 centímetros. Pero si en el extremo opuesto colocamos *cuatro tubos* del mismo diámetro podremos levantar *cuatro pesos* de 10 kilos, cada uno de los cuales se elevará a 2 ½ centímetros. La columna de agua de 10 centímetros se habrá dividido en otras cuatro (2 ½ centímetros es la cuarta parte de 10 centímetros). Si hubiéramos bifurcado la columna principal en otras dos, habríamos levantado a cinco centímetros dos pesas de 10 kilos. Esto se debe a que el líquido transmite en todas direcciones y sin modificarla cualquier presión que recibe. Una aplicación cotidiana de esto consiste en los frenos de los automóviles.

FRENOS HIDRÁULICOS

En los coches antiguos accionaban los frenos cuatro alambres unidos a una palanca. Bastaba que uno de ellos fuera algo más corto que los demás para que la rueda correspondiente frenara antes que las otras, por lo que el vehículo tendía a desviarse cada vez que se aplicaban los frenos. Los coches modernos poseen frenos accionados por intermedio de aceite mineral. De este modo se asegura que la fuerza que ejerce el conductor al oprimir el pedal del freno se transmite uniformemente a las cuatro ruedas, sin que alguna pueda frenar antes que las otras.

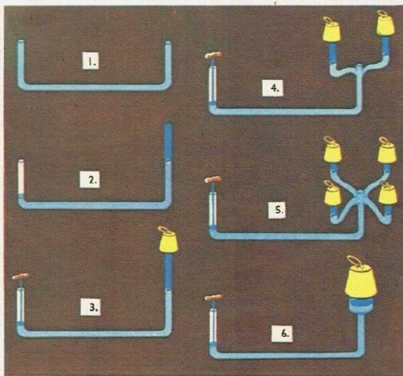
Si una fuerza de 10 kilos aplicada en un extremo puede *levantar cuatro pesos* de 10 kilos en el otro, parecería que la hidráulica nos permite obtener más de lo que hemos puesto, es decir, lograr algo a cambio de nada. Pero observemos, en nuestro ejemplo de las cuatro pesas, que su peso, cuádruple de la fuerza de 10 kg. que las empuja, recorre *un camino cuatro veces menor* que ésta.

GATOS HIDRÁULICOS

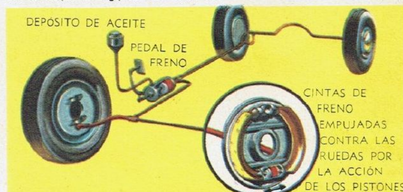
Los cuatro tubos con 10 kg. cada uno equivalen a un tubo ensanchado, de superficie cuatro veces mayor, con un peso de 40 kg. Es muy útil poder levantar pesos grandes con una fuerza más pequeña, por intermedio de un líquido. Una aplicación corriente es el gato hidráulico, que se asemeja al tubo lleno de líquido, más ancho en un extremo que en el otro. Por medio de un émbolo accionado a mano a través de una palanca se empuja el aceite en el tubo angosto. A medida que el aceite llena el tubo ancho, éste desplaza un pistón que se levanta con todo el peso del automóvil. Una válvula de retención impide que el aceite vuelva hacia atrás cuando se deja de accionar la palanca.

PRENSA HIDRÁULICA

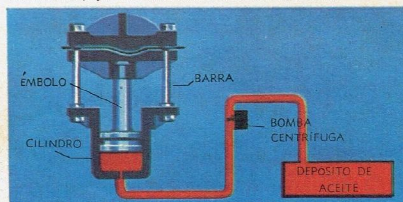
La prensa hidráulica es otra máquina que funciona según los mismos principios. Se la usa, por ejemplo, para dar la forma deseada a chapas o planchas metálicas como carrocerías de automóviles y camiones. Una bomba centrífuga envía aceite a presión por un estrecho tubo hasta el pistón de la matriz. El aceite pasa por el tubo empujado por una fuerza que puede ser de sólo 500 kilos. Pero basta que el otro extremo del cilindro sea 200 veces mayor para que la fuerza ejercida sea de 500 kilos $\times$ 200 = 100



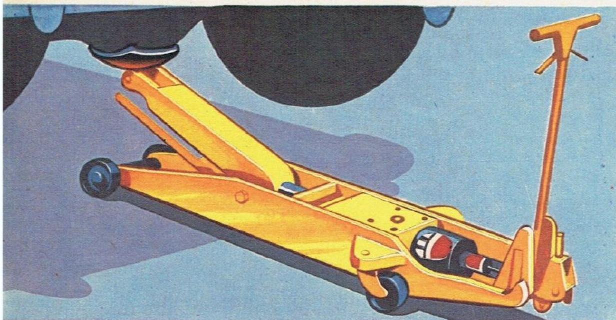
1) Tubo lleno de agua. 2) Si se introduce 10 centímetros de agua por un extremo de modo que se eleve el nivel del líquido, por el otro sale el equivalente a una columna de la misma altura. 3) Si se ejerce una fuerza de 10 kilos sobre un recorrido de 10 centímetros se elevará en 10 centímetros una pesa de 10 kilos en el otro extremo. 4) Si el tubo tiene dos ramas, se podría levantar dos pesas de 10 kg. con la misma fuerza de 10 kg., pero cada pesa subiría solamente 5 cm. en lugar de 10 (10 cm. dividido por 2 igual a 5 cm.). 5) Si el tubo tiene cuatro ramas, se puede levantar 4 pesas de 10 kg. con la misma fuerza de 10 kg., pero cada una subiría sólo 2 ½ cm. (2 ½ cm. es la cuarta parte de 10 cm.). 6) Las cuatro ramas contienen tanta agua como un tubo de sección cuatro veces mayor, de modo que una pesa de cuarenta kilos se elevará a la misma altura que las cuatro de 10 kg., es decir 2 ½ cm.



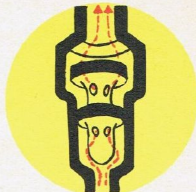
Sistema de frenos hidráulicos de un automóvil. La acción del pedal de freno desaloja aceite del cilindro. Éste se distribuye uniformemente entre los tubos que van a las ruedas y allí comprime las cintas contra los tambores de freno, ejerciendo idéntica presión en las cuatro ruedas.



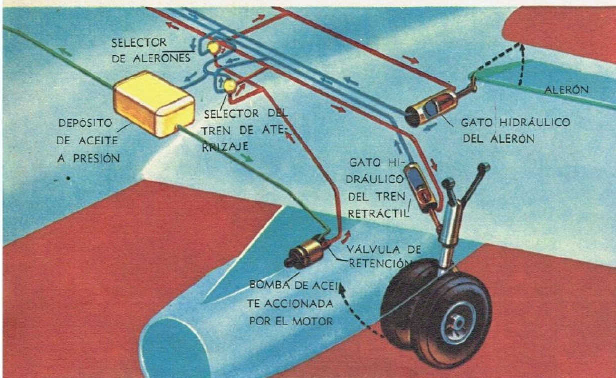
En la prensa hidráulica, la bomba envía por un tubo fino aceite a presión hasta un gran cilindro, donde levanta un émbolo de gran superficie que descansa sobre el aceite.



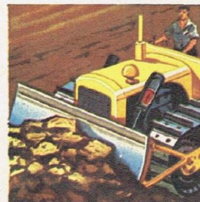
En un pequeño gato o crique hidráulico, un pistón, accionado a mano, hace penetrar el aceite de un reducido recipiente en un ancho cilindro. Al llenarse lentamente de aceite el cilindro eleva un brazo con todo el peso del vehículo.



Válvula de retención, que permite detener en cualquier posición el movimiento de un sistema accionado hidráulicamente. Cuando el aceite fluye hacia abajo empuja en la misma dirección el plato doble de la válvula y puede pasar siguiendo las líneas de puntos. El aceite que trata de pasar en la dirección opuesta empuja el plato de la válvula contra su asiento superior, por lo que la trayectoria posible queda cortada en dos lugares. Cuanto mayor es la presión del aceite tanto más hermético es el cierre.



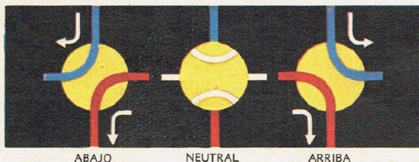
Se acciona hidráulicamente el tren retráctil de aterrizaje de un avión. Por la acción de la bomba pasa el aceite a presión a un pistón. Los tubos de aceite van a ambos extremos para permitir el movimiento en ambos sentidos (elevar o bajar).



Se acciona hidráulicamente la pesada pala de la topadora.



La caja del camión volcador, se acciona hidráulicamente. El motor impulsa la bomba, que envía el aceite.



Si los tubos van a ambos extremos de un cilindro (en un sistema hidráulico de doble acción) es posible, mediante el sencillo aparato denominado selector, determinar qué camino debe tomar el aceite y al mismo tiempo brindar una salida al líquido encerrado en la cara opuesta del pistón, que de otro modo impediría el movimiento.

toneladas. La matriz transmite esa fuerza a las planchas metálicas y les da así la forma deseada.

OTRAS APLICACIONES

Dondequiera que sea necesario mover grandes pesos, por ejemplo el tren de aterrizaje retráctil de un avión, o la caja de un camión volcador, puede emplearse un mecanismo hidráulico. Se envía aceite hacia un cilindro con pistón mediante una bomba (casi siempre centrífuga de alta velocidad) accionada por el motor. Pueden colocarse tubos en los dos extremos del cilindro a fin de producir un impulso en ambos sentidos (para levantar y para bajar). Mediante un sencillo mecanismo selector se puede modificar el sentido del movimiento del pistón.

LEEUWENHOEK, el silencioso

SABIOS ILUSTRES

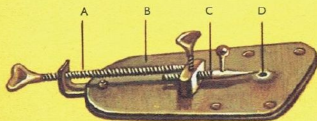
Antonio van Leeuwenhoek (1632-1723) nació y murió en Delft, Holanda. Se inició en el comercio de telas, donde se familiarizó con el cuentahilos. Luego obtuvo un modesto cargo municipal en Delft. Allí construyó sus microscopios, que revelaron un universo totalmente nuevo para sus contemporáneos.

LOS MICROSCOPIOS

Los microscopios de Leeuwenhoek no se parecían en nada a los actuales. Eran microscopios simples: sólo poseían una pequeña lente, casi esférica, montada entre placas de metal. Una lente así, aunque era difícil de fabricar, daba un aumento considerablemente mayor que el de cualquier otro microscopio de la época.
Leeuwenhoek no inventó el microscopio (las lentes se conocían en Italia desde el año 1300; Galileo ya usaba un microscopio 50 años antes y Hooke escribió su "Micrografía" en 1665, mientras la primera comunicación de Leeuwenhoek es de 1673).
Su mérito radica en dos cosas. En primer lugar, logró intuitivamente preparar lentes muy superiores a las de su época. En segundo lugar sus observaciones —que comunicaba en holandés, único idioma que conocía, a la Sociedad Real de Londres— son de una precisión extraordinaria, así como sus dibujos.
Leeuwenhoek, autodidacto, no sufría la influencia de teorías: sólo describía.

LA SANGRE Y LA CIRCULACIÓN

Leeuwenhoek fue el primero en descubrir el paso de la sangre por los capilares. Guillermo Harvey había descubierto la circulación alrededor de 1616, pero subsistía el misterio acerca de cómo la sangre de las arterias llegaba a las venas para volver al corazón.
Las observaciones de Leeuwenhoek en renacuajos vivos condujeron a demostrar la existencia de finísimos conductos que se llaman ahora "capilares".
En otros estudios Leeuwenhoek observó los protozoarios en el agua estancada, reveló la existencia de los espermatozoides, describió con asombrosa fidelidad las estructuras de la piel y de los cabellos, detalles de los insectos, etc.



Uno de los "microscopios" de Leeuwenhoek

Con un "microscopio" como éste, de 5 x 2 ½ cm., Leeuwenhoek descubrió los glóbulos rojos, los espermatozoides, las fibras musculares estriadas, etc. Diferente de los instrumentos ópticos de su época, es una simple lupa: una pequeña lente, casi esférica, aprisionada entre dos láminas de cobre; frente a la lente, una punta móvil con una lámina de mica que hacía las veces de portaobjetos. A. Tornillo principal, para mover el objeto que se examina. B. Cuerpo del microscopio. C. "Pinche" para clavar el objeto y poder hacerlo girar. D. Lente simple asegurada al cuerpo del microscopio.



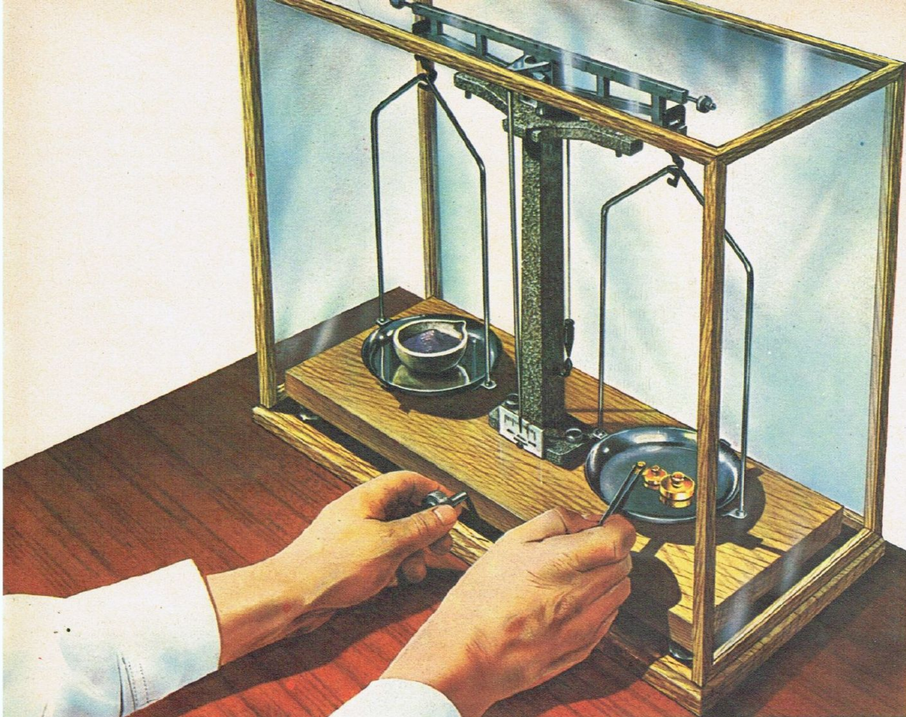
Leeuwenhoek examina un objeto a través de su "microscopio". Se calcula que fabricó 419 lupas como ésta. Logró obtener un poder separador de 2 milésimas de milímetro, pero la iluminación era deficiente y el campo estrecho. Sus fecundos descubrimientos sólo pudieron ser el fruto de un prodigioso esfuerzo de paciencia.

LA OBSERVACIÓN DE LAS BACTERIAS

El triunfo más grande de Leeuwenhoek provino, sin embargo, del examen del sarro de sus propios dientes. Con gran sorpresa, vio una gran cantidad de "bestezuelas que se movían de un modo muy divertido". Notó, en las mayores, movimientos muy vivaces y activos: las veía moverse a través de la saliva "con la velocidad del pez en el mar". Casi con seguridad fue ésta la primera vez que se observaron las *bacterias*, tan importantes en la putrefacción y las enfermedades, y en la vida de muchos seres.

SU IMPORTANCIA

Leeuwenhoek fue un fecundo innovador. Sus contemporáneos Juan Swammerdam, Marcelo Malpighi y Roberto Hooke también contribuyeron al nacimiento de la microscopía, pero no alcanzaron la misma exactitud. Su influencia fue profunda, y su fama muy grande.
A pesar de las súplicas de los sabios, Leeuwenhoek nunca quiso revelar sus métodos de fabricación de lentes. Es probable que, como todos sus contemporáneos, fundiera un hilo de vidrio hasta lograr una bolita que luego pulía con extraordinaria paciencia. Durante más de 40 años comunicó periódicamente sus observaciones a la Sociedad Real de Londres.
Leeuwenhoek representa el triunfo de una de las dos direcciones nacidas, en el siglo XVI, del estudio de las lentes: los aparatos para ver lejos, como el telescopio, y los instrumentos de aumento, como los microscopios.



LA BALANZA DE PRECISIÓN

INSTRUMENTAL CIENTÍFICO

La balanza de precisión se emplea para medidas exactas en los laboratorios. Mide pesos menores de 200 gramos con una precisión de 5 miligramos. Las muy buenas pueden pesar 1/10 de miligramo.

CUALIDADES

Una balanza, además de *sensible*, debe ser *justa*, es decir, dar la misma medida cuando se invierten de platillo el cuerpo a pesar y la pesa marcada.

Como nunca una balanza es perfectamente justa, para medidas de mayor precisión se recurre a la "doble pesada" de Borda: se coloca como siempre el objeto en el platillo izquierdo, y una vez logrado el equilibrio con las pesas se lo retira y reemplaza por pesas marcadas hasta equilibrar de nuevo. Así se eliminan las diferencias entre platillos, pues la pesa definitiva está en el mismo platillo que el objeto.

Pero, ante todo, la balanza debe ser *fiel*, es decir, dar siempre el mismo resultado cuando se repiten las pesadas.

CARACTERISTICAS

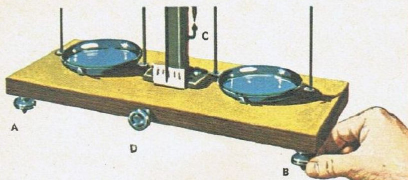
En una balanza sensible al menor sobrepeso (que señale por ejemplo una diferencia de 1 mgr. en 100 gr.) la cruz es rígida y liviana, y tanto ella como los platillos descansan sobre cuchillas de acero apoyadas en bloques de ágata, a fin de eliminar los frotamientos.

Veremos cómo al construirla se estudia especialmente la posición de su centro de gravedad.

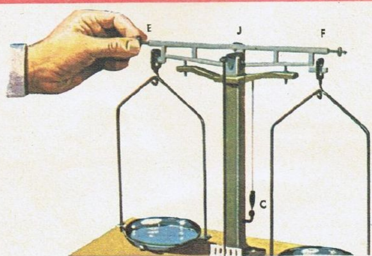
En las figuras se explica cómo los jinetillos *H* dispensan del uso de pesas demasiado pequeñas.

Las balanzas de precisión se conservan en cajas de vidrio, protegidas de la humedad y el polvo. Un artificio permite que mientras no se las usa, la cruz y los platillos no apoyen sobre sus cuchillas, que se desgastarían.

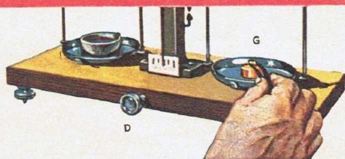
A menudo los jinetillos *H* pueden manejarse desde el exterior. Existen, para trabajos especiales, microbalanzas cuyo principio es completamente diferente.



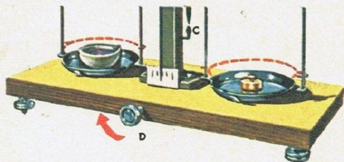
No solamente la cruz debe estar equilibrada y en condiciones de moverse libremente, sino que todo el conjunto tiene que encontrarse a nivel para que funcione correctamente. Por eso la plataforma está apoyada en tres puntos; los dos del frente (A y B) son tornillos regulables que permiten levantar o bajar la base hasta que la pequeña plomada (C) que se encuentra a un lado del soporte central quede exactamente a plomo. Recuérdese que con tres pies la balanza no puede tambalearse, porque tres puntos "siempre" se encuentran en un plano.



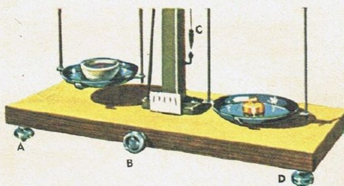
Cuando la balanza está nivelada, el paso siguiente consiste en asegurarse que al levantar la cruz mediante un giro de la perilla (D) que se encuentra al frente, el fiel oscila simétricamente a ambos lados del centro de la escala. La oscilación puede modificarse mediante dos pequeños tornillos (E y F) situados a ambos extremos de la cruz. Si hubiera que ajustarlo hay que bajar primero la cruz. Si la inclinación del fiel es hacia la izquierda debe hacerse girar el tornillo de la derecha hacia el centro de la cruz o el izquierdo alejándolo de ella y viceversa. Cuando el tornillo se aparta del punto de apoyo de la cruz, su brazo de palanca aumenta, y con él la influencia de su peso sobre la balanza.



Cuando la balanza esté correctamente ajustada "la cruz deberá encontrarse en su posición inferior antes de comenzar a pesar". Colóquese el objeto que se desea pesar en el platillo izquierdo. Elíjase una pesa que parezca algo mayor de lo necesario y colóquesela en el platillo derecho utilizando un par de pinzas (G), nunca los dedos, pues el menor rastro de transpiración que éstos tengan puede quedar adherido a la pesa alterando su exactitud.



Levántese ahora la cruz haciendo girar la perilla D. Comienza a oscilar. Si lo hace más hacia la izquierda, entonces la pesa es demasiado grande. Bájese la cruz, colóquese una pesa algo menor en el platillo derecho y repítase el procedimiento hasta encontrar una pesa que sea un poco más liviana que lo necesario. Luego agréguense pequeñas pesas hasta que la diferencia sea mínima. Entonces puede utilizarse la escala del jinetillo.

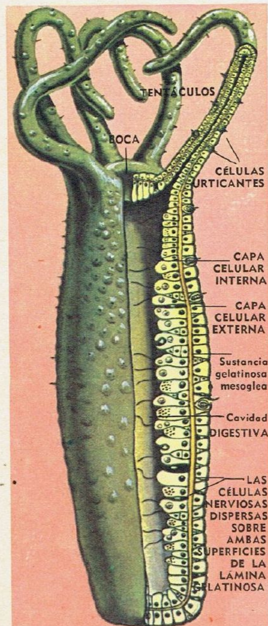


En la mayoría de las balanzas hay una escala sobre la cruz con una pequeña pesa de alambre llamada jinetillo (H); colóquese el jinetillo en la mitad de la escala (división 5) y levántese la cruz. Si la aguja se inclina hacia la izquierda el objeto no es tan pesado como la suma de las pesas y el jinetillo. Bájese la cruz, córrase el jinetillo ligeramente hacia el centro, vuélvase a levantar y repítase el procedimiento hasta que ambos platillos queden equilibrados. El peso del objeto es la suma de los valores de las pesas del platillo derecho más lo que indique la escala del jinetillo.



En este modelo el total de la escala equivale a un gramo. Esto significa que cuando el jinetillo (H) se mueve desde el cero hasta el extremo derecho de la escala es como si se agregara un gramo al platillo derecho. La escala está numerada de 1 a 10. Cada división representa 1/10 gr. Estas divisiones están subdivididas en 10, por lo que cada subdivisión representa 1/100 gr. Media subdivisión es igual a 1/200 gr. o sea 5 miligramos.

INTRODUCCIÓN A LOS FENÓMENOS VITALES



LOS ANIMALES SIMPLES

En muchos animales simples el cuerpo consiste en un saco hueco con una abertura en un extremo —la "boca"— por la cual se introduce el alimento y se evacúan los detritos.

El animal de la figura es una hidra. Su cuerpo es como un saco doble con sólo dos paredes separadas por una sustancia gelatinosa. Cada pared se compone de una sola capa de células. Sobre las superficies interior y exterior se encuentran diseminadas células nerviosas que emiten ramificaciones. Sin embargo, cada célula permanece aislada y las señales nerviosas deben "saltar" a través de las separaciones. Las terminaciones internas de las células de la capa exterior y de los tentáculos son contráctiles, musculares. El cuerpo de la hidra es suave y flexible, de modo que cuando los músculos se acortan o se alargan el animal puede doblarse o convertirse en una esfera. Los tentáculos pueden moverse para apresar el alimento mediante células punzantes o "urticantes" y el animal puede trasladarse de un punto a otro, tambaleándose. Las células urticantes o nematocistos caracterizan al grupo: contienen una especie de resorte que se dispara cuando la célula es excitada. Entonces, con la rapidez del rayo, dispara un dardo con púas que engancha la presa.

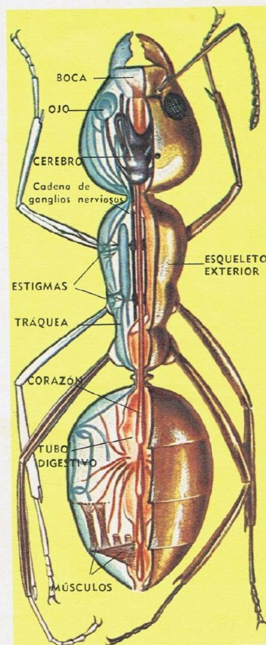


ANIMALES CON CAPARAZÓN

Muchos animales, como los caracoles, almejas y otros moluscos, poseen un cuerpo blando protegido por una caparazón dura, calcárea, de carbonato de calcio. Ésta, sin embargo, obstaculiza el crecimiento del molusco. La valva se agranda porque el animal deposita capas de carbonato de calcio alrededor de su borde y forma así los "anillos de crecimiento". A medida que la valva aumenta de tamaño el animal puede crecer en su interior.

En muchos moluscos la valva es una espiral cónica cuyo interior encierra los diversos órganos. El tubo digestivo es un largo conducto con una abertura anterior, la boca, y una posterior, el ano, para la eliminación de los desechos no asimilables.

El animal semejante a un caracol que aparece en la ilustración se denomina "tritón". Posee una cabeza bien desarrollada y se arrastra sobre un pie chato y musculoso que se contrae y afloja alternadamente. El pie y la cabeza pueden introducirse dentro de la valva gracias a un músculo especial y la abertura queda cerrada por una pequeña tapa viscosa, el opérculo. El tritón vive en el agua y respira mediante una agalla o branquia que capta el oxígeno disuelto en el agua, el cual llega hasta ella por un tubo, el sifón.



INSECTOS

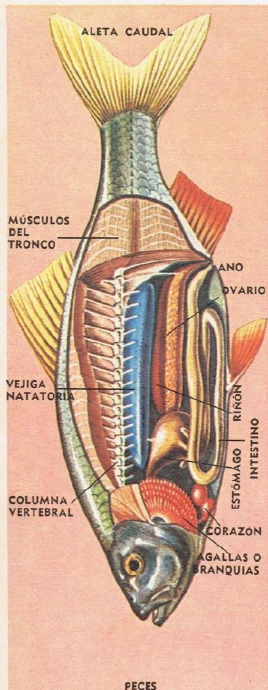
Los insectos están encerrados en una cápsula dura o "esqueleto exterior" que contiene una sustancia llamada quitina.

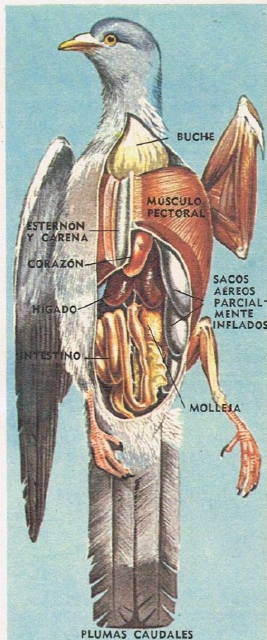
Este esqueleto (llamado "exoesqueleto") cubre la cabeza, cuerpo y patas, pero a diferencia de los moluscos es liviano y articulado para facilitar el movimiento.

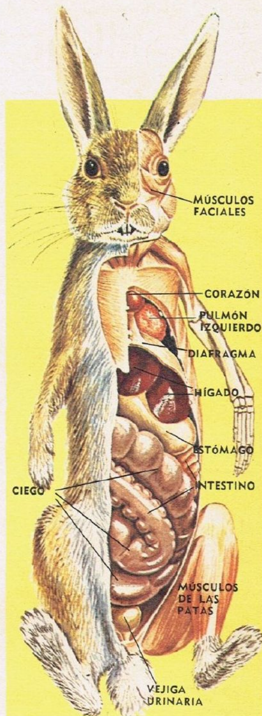
Los músculos de los insectos se insertan en el interior de dicho "exoesqueleto". El tubo digestivo del insecto es un largo conducto con una abertura en cada extremo. Mientras la mayoría de los moluscos viven en el agua, los insectos viven generalmente en la tierra. Respiran mediante un sistema especial de finos tubos ramificados (tráqueas), cuyos orificios exteriores o estigmas se encuentran a los costados del cuerpo. Las últimas ramificaciones de las tráqueas están en contacto con los tejidos: allí el oxígeno se disuelve en el líquido de los intersticios y luego se difunde en las células.

El sistema nervioso de los insectos, pese a lo que pueda creerse, está bastante desarrollado.

Dicho sistema consiste en un cerebro ubicado en la cabeza, una doble cadena ganglionar ventral que en cada segmento posee centros de regulación local, llegando hasta el extremo posterior del cuerpo.







PECES

El pez está maravillosamente adaptado para vivir en el agua. Posee un esqueleto interno óseo o cartilaginoso. Los huesos, articulados, se mueven mediante músculos insertos en su superficie exterior. La mayoría de los músculos pertenece al tronco, y su forma en ≷ es sumamente característica.
Se contraen alternativamente de cada lado y del frente a la cola, produciendo una ondulación que hace avanzar al pez. Las aletas son timones de dirección y profundidad, o frenos. Los peces poseen también una vejiga natatoria para regular sin esfuerzo la profundidad; ésta es un saco largo ubicado sobre el intestino; puede liberar oxígeno en su interior, con lo que se hincha y hace subir al pez. También puede eliminar el gas cuando es necesario y al achicarse el "flotador" el pez se hunde.
Los órganos respiratorios (agallas o branquias) toman el oxígeno disuelto en el agua, que luego se distribuye por la sangre a través de todo el cuerpo.
El tubo digestivo es un largo conducto con aberturas en ambos extremos. Los riñones depuran la sangre.
Los peces poseen una cubierta protectora exterior formada por escamas.

AVES

Del mismo modo que el pez está hecho para vivir en el agua, las aves están hechas para volar. Poseen un esqueleto óseo interno, muchos de cuyos huesos son huecos para que sean más livianos. Como los hombres, las aves tienen costillas que forman la caja torácica alrededor del corazón y los pulmones. La estructura del cuerpo es tal que su peso descansa sobre las patas al caminar y pende de las alas durante el vuelo. En las aves voladoras los grandes músculos pectorales, motores de las alas, representan la quinta parte del peso del animal y su inserción en el esternón, enormemente desarrollado, determina la aparición de un relieve o carena.
Las aves poseen grandes sacos aéreos en el interior de su cuerpo y aun de los huesos huecos. Se llenan con el aire que entra en los pulmones cuando el ave aspira y se vacían a través de ellos cuando espira, de modo que los pulmones reciben de continuo grandes cantidades de oxígeno, que necesitan para el vuelo.
Las aves, como los mamíferos, poseen sangre caliente. No tienen dientes, sino un pico grande y córneo. No mastican los alimentos sino que los almacenan en el buche después de haberlos tragado y ulteriormente los machacan en la musculosa molleja.

MAMÍFEROS

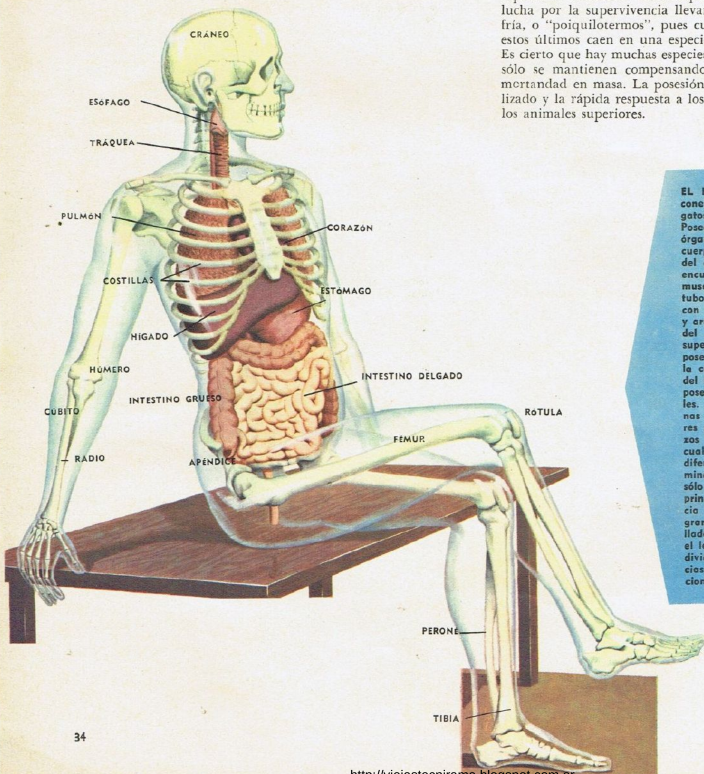
Los mamíferos poseen un esqueleto interno óseo. Los huesos y músculos de las patas soportan el peso del cuerpo, mientras que la columna vertebral actúa, en los cuadrúpedos, como un arco del cual cuelgan el abdomen y el tórax. Las patas son palancas a menudo muy perfectas y veloces.
En los conejos, las patas traseras son largas y proveen el empuje necesario para saltar. Se observa también esto en los mamíferos grandes, como el caballo, cuyas patas traseras suministran el impulso para la carrera mientras las patas delanteras reciben el peso del cuerpo. Como en las aves, las costillas protegen el corazón y los pulmones, pero una diferencia importante es que estos órganos están separados de los de la parte inferior del tronco, es decir, del abdomen, por una fina hoja muscular, el diafragma. Éste, conjuntamente con las costillas y sus músculos, dilata la cavidad torácica y hace que el aire entre en los pulmones. En la mayoría de los mamíferos el diafragma se mueve hacia adelante y hacia atrás, pero en el hombre, cuya posición es vertical, lo hace de arriba a abajo. Los mamíferos son animales de sangre caliente; el pelo que los cubre reduce las pérdidas de calor a través de la piel.

La biología es la ciencia de los seres vivos. Incluye, entre otras, a la anatomía, que describe su estructura, y a la fisiología, que estudia sus funciones.

La fisiología humana realiza observaciones y experimentos para saber cómo respira, piensa, siente, ve y se mueve el hombre, cómo funcionan los nervios, los riñones, los músculos y otros órganos, el porqué de las diferencias entre las células de los diversos tejidos y la relación entre la estructura de las células y las funciones que llevan a cabo.

Las condiciones de vida de los animales son muy variadas. Algunos viven en el mar, otros en tierra firme, otros (muchas aves e insectos) parcialmente en el aire, y unos pocos seres diminutos únicamente en la atmósfera. Los requisitos para la vida en el agua son los más simples. En primer lugar, el agua de por sí sostiene, de manera que los robustos esqueletos, como por ejemplo el del elefante, son totalmente innecesarios: en relación a su tamaño, cualquier pez posee un esqueleto muy liviano, y un animal tan voluminoso como la ballena no podría subsistir en tierra firme pues carece de un esqueleto capaz de soportar su tremendo peso. En segundo lugar, los animales poseen un medio interno acuoso cuya composición es similar a la del agua de mar, su probable cuna hace muchos millones de años. El animal que vive en el mar necesita gastar poca energía para mantener las ligeras diferencias entre su cuerpo y el medio ambiente, mientras que el animal terrestre, rodeado de aire, no sólo debe conseguir agua, también debe tratar de conservarla en su interior compensando la acción deshidratante del sol y la del aire (principalmente la evaporación al respirar). En tercer lugar, la temperatura del agua varía lentamente mientras la del aire puede presentar bruscos altibajos. En el Sahara los días son abrasadores y las noches son heladas: los rastros de agua en el interior de las rocas se congelan y las desmenuzan (recuérdese que al convertirse en hielo el agua se dilata). Las aves y los mamíferos son los únicos animales de sangre caliente. Pueden permanecer en actividad aún en el clima más frío y enfrentar considerables variaciones de temperatura. Un lagarto de sangre fría queda inmóvil a temperaturas bajas y desde luego, casi no se encuentran animales de sangre fría cerca de los polos donde la temperatura de la atmósfera desciende frecuentemente por debajo del punto de congelación del agua. Los animales de sangre caliente se llaman "homeotermos" o sea capaces de mantener una temperatura interna constante; en la lucha por la supervivencia llevan gran ventaja a los de sangre fría, o "poiquilotermos", pues cuando la temperatura desciende estos últimos caen en una especie de sopor.

Es cierto que hay muchas especies de sangre fría, pero en general sólo se mantienen compensando por una gran fecundidad su mortandad en masa. La posesión de un sistema nervioso centralizado y la rápida respuesta a los estímulos son características de los animales superiores.



EL HOMBRE. El hombre, como los conejos, los caballos, las ovejas, los gatos y los perros, es un mamífero. Posee un esqueleto óseo interno; los órganos de la parte inferior de su cuerpo (abdomen) están separados del corazón y los pulmones, que se encuentran en el tórax, por una hoja muscular denominada diafragma; su tubo digestivo es un largo conducto con una abertura en cada extremo, y arrollado en su mayor parte dentro del abdomen; ambos maxilares, el superior y el inferior o mandíbula, poseen dientes; los movimientos de la cabeza son independientes de los del resto del cuerpo. Pero el hombre posee ciertas características especiales. Camina erguido sobre dos piernas y utiliza los miembros superiores para manipular objetos. Los brazos pueden moverse libremente en cualquier dirección, en lo que se diferencia de los animales que caminan sobre cuatro patas, los cuales sólo pueden mover sus extremidades principalmente hacia adelante y hacia atrás. Posee un cerebro muy grande, mediante el cual ha desarrollado medios de comunicación como el lenguaje, que permiten a cada individuo participar en las experiencias de los otros y acumular adquisiciones de generaciones anteriores.

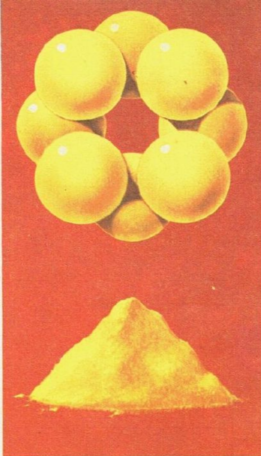
EL PESO DE UN ÁTOMO

QUÍMICA ATÓMICA

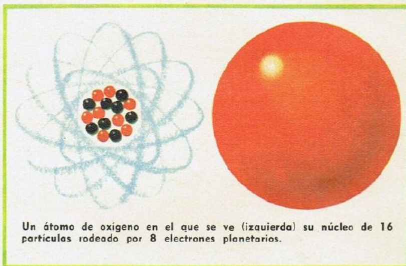
Pocas sustancias extraídas de la tierra pueden utilizarse sin elaboración previa. Los 92 elementos puros que las componen se combinan entre sí de diversos modos. La industria procura separar las sustancias naturales en sus componentes fundamentales y volver a unirlos formando combinaciones más útiles. La civilización actual sólo fue posible cuando los químicos descubrieron cómo lograrlo.

El montoncito de azufre de la derecha representa una de las pocas sustancias halladas en la naturaleza cuyos átomos son de la misma clase. El azufre es un *elemento*. Existen 92 de ellos y además hay 11 obtenidos artificialmente. La enorme mayoría de las sustancias puras son combinaciones de dos o más elementos y reciben el nombre de *compuestos*. ¿Cómo se unen los elementos entre sí? Para poder separar los compuestos en sus elementos y hacerlos combinar nuevamente, los químicos tuvieron que encontrar la respuesta a esta pregunta.

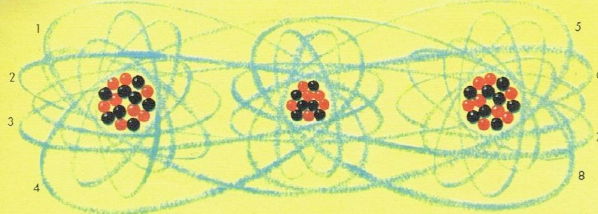
Se ha descubierto que cuando dos elementos se combinan, los *átomos* de uno se unen a los del otro. Un átomo, que es la más pequeña porción posible de un elemento, consiste en un núcleo central rodeado por uno o más electrones, sumamente pequeños, que giran a su alrededor como los planetas en torno al Sol. Los electrones desempeñan un papel esencial en la unión de los átomos. Dos átomos se combinan cuando comparten sus electrones exteriores, que entonces giran alrededor de ambos núcleos. Se llama *molécula* esta combinación de átomos (aunque no es necesario que sean precisamente dos).



Arriba: "molécula" de azufre compuesta de ocho átomos. Abajo: montoncito de azufre que contiene millones y millones de átomos en grupos de ocho.

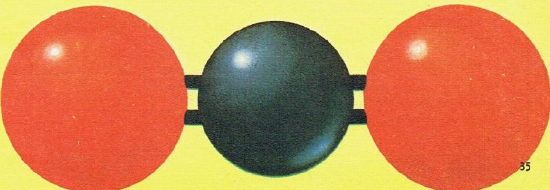


Un átomo de oxígeno en el que se ve (izquierda) su núcleo de 16 partículas rodeado por 8 electrones planetarios.

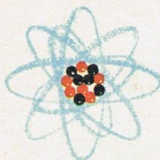


Molécula de bióxido de carbono en la que se ve cómo dos átomos de oxígeno se han combinado con un átomo de carbono (centro). Los números de 1 a 8 indican las órbitas de los electrones "compartidos". Así como la molécula difiere de los átomos separados de que está compuesta, el anhídrido carbónico es diferente tanto del oxígeno como del carbono.

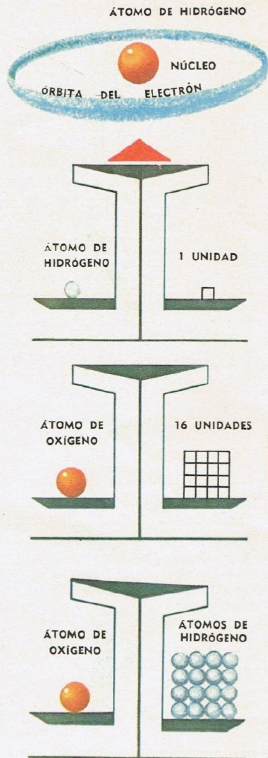
Diagrama simplificado de la misma molécula de anhídrido carbónico. No muestra ni los electrones ni los núcleos, pero indica con toda claridad que el átomo de carbono y los de oxígeno actúan como una unidad.







Un átomo de carbono en el que se ve (izquierda) su núcleo de 12 partículas rodeado por 6 electrones planetarios.

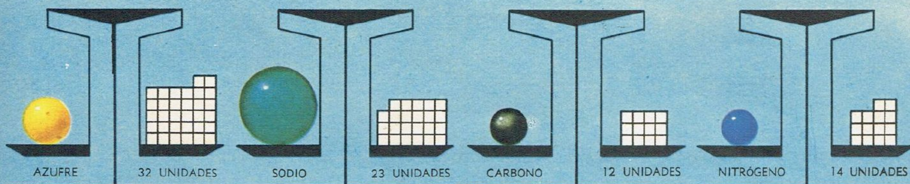


El peso de un átomo de oxígeno equilibra el peso de 16 átomos de hidrógeno.

Hay "macromoléculas" formadas por muchos átomos, como las de las proteínas, el caucho, los plásticos y las fibras textiles naturales o sintéticas.

En la página 35 las ilustraciones nos muestran un átomo de carbono y otro de oxígeno. Se puede hacer que dos átomos de oxígeno compartan sus electrones exteriores con un átomo de carbono. El resultado, exhibido al pie de dicha página, es una molécula de bióxido de carbono o anhídrido carbónico. Al combinarse, los átomos pierden por completo sus propiedades distintivas. La molécula es diferente de las dos clases de átomos que la componen. Como la "receta" o fórmula del anhídrido carbónico es CO_2, es decir, un átomo de carbono y dos de oxígeno, podríamos pensar que dos terceras partes de su peso son de oxígeno y el tercio restante de carbono, pero no es así. Si descomponemos 44 gr. de anhídrido carbónico obtendremos 32 gr. de oxígeno y solamente 12 de carbono. La explicación consiste en que los distintos átomos tienen pesos diferentes. El carbono es más liviano que el oxígeno. Prácticamente todo el peso del átomo está concentrado en el núcleo. El núcleo del átomo de hidrógeno (el más liviano) es una partícula simple llamada protón; el núcleo de cualquier otro átomo es una mezcla de dos tipos de partículas: protones y neutrones. Los pesos de ambas son similares, pero mientras el protón lleva una carga eléctrica positiva, el neutrón no posee carga alguna. El núcleo de un átomo de oxígeno contiene 8 protones y 8 neutrones o sea 16 partículas, por lo que es 16 veces más pesado que el átomo de hidrógeno. Como el peso real de cualquier átomo es increíblemente pequeño, se prefiere utilizar una escala de pesos completamente diferente, cuya unidad es el protón. Así, el átomo de oxígeno con sus 16 partículas pesa 16 unidades. El carbono posee 12 partículas (12 unidades) en el núcleo: su "peso atómico" es 12. Se entiende que 16 gramos de oxígeno contendrán el mismo número de átomos que 12 gramos de carbono, puesto que la proporción de los pesos en gramos es la misma que la de los átomos individuales. Como la fórmula del anhídrido carbónico exige el doble de átomos de oxígeno que de carbono, serán necesarios $2 \times 16 = 32$ gr. de oxígeno. Combinándolos con los 12 gr. de carbono obtendremos 12 gr. + 32 gr. = 44 gr. de anhídrido carbónico. Veamos otro ejemplo: el gas llamado bióxido de azufre o anhídrido sulfuroso, que se produce cuando se quema azufre, es decir, cuando el azufre se combina con el oxígeno. Su "receta" o fórmula es un átomo de azufre por cada dos átomos de oxígeno, de modo que si queremos producirlo quemando directamente azufre en oxígeno deberemos disponer un átomo o medida de azufre por cada dos de oxígeno. Ya sabemos que dos medidas de oxígeno equivalen a 32 gr. Como el peso atómico del azufre es 32, una medida de azufre equivaldrá a 32 gr. El resultado es 32 gr. + 32 gr. = 64 gr. de anhídrido sulfuroso, de fórmula SO_2. Si colocásemos demasiado azufre o demasiado oxígeno, luego del experimento el excedente quedaría sin utilizar.

Los diagramas sobre fondo azul muestran en forma simplificada algunos de los átomos más comunes. La cantidad de partículas que contiene el núcleo de cada uno está indicada en el platillo derecho de la balanza. Ese número es, en cifras redondas, el "peso atómico". Los









Un átomo de hidrógeno (arriba, izquierda) con su único protón pesa 1 unidad. Un átomo de oxígeno (arriba) con un total de 16 partículas en su núcleo, pesa 16 unidades.

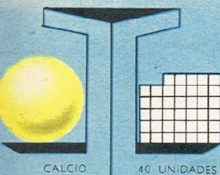


átomos de mayor volumen no son por fuerza los más pesados: el tamaño del átomo depende de la disposición de los electrones.

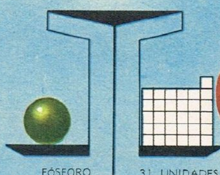
Damos a continuación una tabla de pesos atómicos de los elementos más comunes. Éstos no son siempre números redondos, porque entre los millones y millones de átomos de un mismo elemento hay algunos átomos, llamados "isótopos", que contienen algún neutrón de más o de menos, por lo que su peso es distinto.

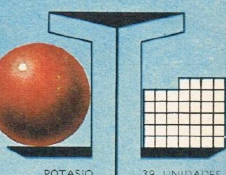
Nombre del elemento	Símbolo químico	Número atómico	Peso atómico	Diámetro del átomo (1)	Nombre del elemento	Símbolo químico	Número atómico	Peso atómico	Diámetro del átomo
Hidrógeno	H	1	1,0080	3	Cloro	Cl	17	35,457	2
Helio	He	2	4,003	?	Potasio	K	19	39,096	4,5
Litio	Li	3	6,947	3	Calcio	Ca	20	40,08	4
Carbono	C	6	12,010	1,5	Hierro	Fe	26	55,85	3
Nitrógeno	N	7	14,008	1	Cobre	Cu	29	63,542	3
Oxígeno	O	8	16,000	?	Plata	Ag	47	107,880	3
Flúor	F	9	19,00	1	Yodo	I	53	126,91	3
Neón	Ne	10	20,183	4	Tungsteno	W	74	183,92	3
Sodio	Na	11	22,997	4	Platino	Pt	78	195,23	3
Magnesio	Mg	12	24,32	3,5	Oro	Au	79	197,2	3
Aluminio	Al	13	26,97	3	Plomo	Pb	82	207,21	3,5
Silicio	Si	14	28.09	2,5	Uranio	U	92	238,07	3
Fósforo	P	15	30,978	2					
Azufre	S	16	32,066	2					

(1) En angströms (A) o sea en diezmillonésimos de milímetro.





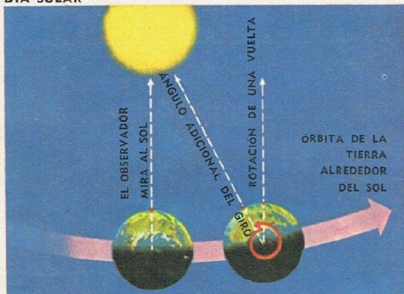




QUÉ ES EL DÍA SOLAR

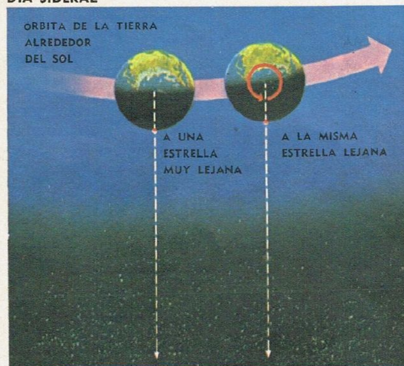
Si absolutamente todo permaneciera completamente inmóvil, el tiempo no existiría. Sólo puede medirse el tiempo en relación con otros acontecimientos. El *día*, que como se sabe es el tiempo empleado por la Tierra para completar una vuelta alrededor de su eje, sería muy difícil de medir si no hubiera en el cielo objetos estacionarios como el Sol y las estrellas que nos sirvieran de referencia para saber cuándo se ha completado una rotación.
Un *día solar* es el tiempo empleado por un punto cualquiera de la superficie terrestre para encontrarse de nuevo, luego de lo que a un observador terrestre le parece ser una rotación, exactamente en la misma posición respecto del Sol. En realidad el día solar equivale a algo más que una rotación, porque cuando el punto ha dado la vuelta completa no queda, como debiera, en la misma posición respecto del Sol. La razón de esto es que mientras efectuaba la rotación, la Tierra simultáneamente se trasladaba siguiendo su órbita alrededor del Sol. Cuando el punto de referencia completó su rotación la Tierra ya se trasladó casi 2.500.000 km., de modo que para volver a ver el Sol habrá que girar un poco más, como se ve en la figura superior izquierda. El día solar es algo más que una rotación.
El *día sideral* o *sidéreo*, utilizado habitualmente por los astrónomos, también se basa en la rotación de la Tierra; pero en este caso se toma como referencia una estrella lejana (sideral viene del latín *sidus* que significa "astro"). Las estrellas están a tal distancia (la más cercana a muchos billones de kilómetros) que los movimientos de la Tierra pierden comparativamente toda importancia y en consecuencia basta una rotación completa para que el punto de referencia vuelva a encontrarse exactamente frente a la misma estrella (figura inferior izquierda). Entonces, el día sideral es ligeramente más corto que el día solar, pues este último equivale a una rotación y algo más. La diferencia entre ambos es de alrededor de cuatro minutos: el día sideral tiene 23 horas, 56 minutos y 4,09054 segundos de día solar medio.
El día solar real no es conveniente para uso cotidiano pues su duración varía. En efecto, la órbita de la Tierra es una elipse, es decir, una especie de óvalo con dos centros o "focos"; en uno de dichos focos está el Sol; en el otro no hay nada. La Tierra se mueve más rápidamente cuando está más cerca del Sol (perihelio) que cuando su distancia al Sol es máxima (afelio). De modo que el "ángulo extra" para enfocar el Sol es variable. Por eso utilizamos un día "promedio".
El día que medimos con nuestro reloj, a diferencia del día natural determinado por la salida y puesta del Sol, tiene una longitud constante. Lo denominamos *día solar medio*, porque es el promedio de las duraciones de todos los días solares del año. En consecuencia, los días solares reales son a veces más cortos y a veces más largos que el día solar medio.
El día solar real, o intervalo entre dos pasos sucesivos del Sol por un mismo meridiano, pasa de un mínimo de 23 horas 59 minutos y 39 segundos en setiembre a 24 horas y 30 segundos en diciembre. Esta variación, igual para todos los puntos de la Tierra, no tiene nada que ver con las estaciones, que son opuestas en los hemisferios norte y sur.
El afelio de la Tierra o punto en que se encuentra más alejada del Sol, tiene lugar a principios de julio de cada año, y el perihelio a principios de enero.

DIA SOLAR

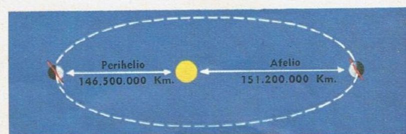


Mientras efectúa una rotación completa sobre su eje la Tierra recorre en su órbita más de dos millones de kilómetros y debe girar un ángulo adicional para que el punto de referencia vuelva frente al Sol.

DÍA SIDERAL

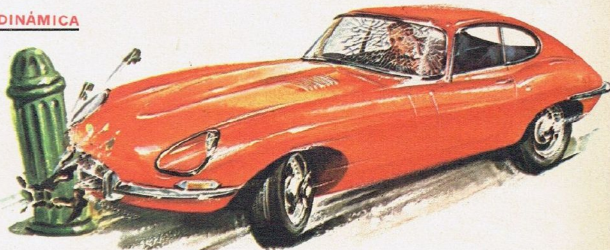


Las estrellas están tan lejos de la Tierra que ésta se mueve muy poco en relación a ellas y luego de una rotación el punto de referencia vuelve a encontrarse frente a la misma estrella.



La Tierra se traslada más rápidamente durante el perihelio que durante el afelio. La órbita de la Tierra es casi circular, y las diferencias son muy pequeñas. El dibujo las exagera a propósito.

EL PRINCIPIO DE INERCIA



Cuando el automóvil se detiene bruscamente el conductor tiende a continuar en movimiento. Este impulso lo arroja contra el parabrisas.

"Si un cuerpo está en reposo permanecerá en reposo; si está en movimiento, seguirá trasladándose en línea recta y con velocidad constante, salvo si interviene alguna fuerza exterior."



Si el conductor lleva puesto un cinturón de seguridad, aunque igual que antes experimente la tendencia a continuar en movimiento, no golpea el parabrisas.

Cuando un ómnibus arranca bruscamente los pasajeros se sienten oprimidos contra el respaldo de sus asientos. Si el conductor frena de repente, tienden a caer hacia adelante. Justamente, el cinturón de seguridad en los automóviles tiene por objeto impedir que los pasajeros choquen contra el parabrisas si el vehículo se detiene súbitamente. Es decir, todo ocurre como si los objetos en movimiento tendieran a continuar moviéndose. Es necesario una acción externa para detenerlos.
También se precisa una fuerza para mover los objetos en reposo. Esta doble tendencia de la materia a resistir todo cambio en su estado de reposo o de movimiento se denomina inercia.

EL PRINCIPIO DE INERCIA

Se enuncia así: "Si no actúa ninguna fuerza externa, todo cuerpo en reposo continúa en reposo, y todo cuerpo en movimiento tiende a seguir indefinidamente en línea recta y con la misma velocidad".
Se llama "fuerza" todo aquello que tiende a alterar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo. El peso es una fuerza; la fricción es una fuerza.

LA MASA, MEDIDA DE LA INERCIA

Este concepto es fundamental en física, y conviene comprenderlo claramente. Lo expondremos primero mediante una experiencia esquemática.
Supongamos varias bolas de bronce, macizas, de diferentes tamaños. Si golpeamos cada una con la misma fuerza, veremos que la velocidad que les comunicamos está en razón inversa de su peso. Si la que pesa 1 sale con una velocidad de 10, la que pesa 10 sale con una velocidad de 1.
La masa o peso *es pues la medida de la inercia,* o resistencia de un cuerpo a la aceleración.
"Masa" y "peso" no son equivalentes. Lo que ocurre es que el peso sirve como índice de la masa, pues es el resultado de la atracción de la Tierra, que también depende de la masa del cuerpo. Pero en la Luna, por ejemplo, el peso de un cuerpo



El vehículo de la montaña rusa baja casi sin fricción, por lo que tiende a subir por la próxima cuesta hasta casi la misma altura. Si al tramo descendente sigue un trayecto horizontal, según el principio el vehículo debería proseguir indefinidamente. De hecho se detiene debido a la fricción, fuerza exterior cuyo efecto se resta del de la inercia.

sería menor (pues la atracción de la Luna es menor que la de la Tierra) y la masa seguiría siendo la misma.
En definitiva, la masa se define por medio de la inercia, pero se mide por medio del peso. Éste es el estado actual de las cosas. La masa es la expresión de la materia, que tiene dos propiedades fundamentales: la inercia y la gravitación. La unificación de ambas es la base de la teoría de la relatividad, de Einstein.

EJEMPLOS COMUNES

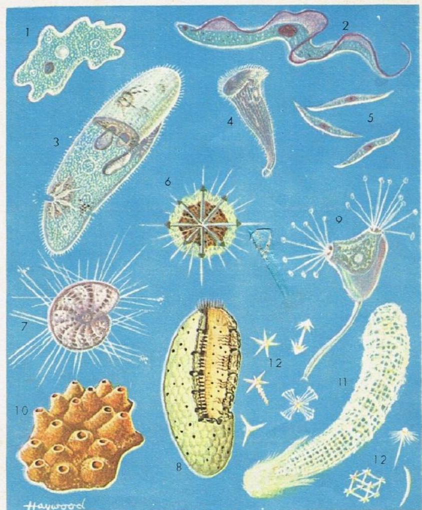
Si viajamos en tren a velocidad *uniforme*, no sentimos ninguna presión o tracción, porque por inercia tendemos a conservar nuestra velocidad. Si el tren corre a 100 kilómetros por hora, o sea a unos 30 metros por segundo, y arrojamos al aire una pelota que vuelve a nuestras manos 1 segundo después, ésta también ha recorrido, por inercia, 30 metros hacia adelante. Si la arrojamos por la ventanilla, la pelota tiende a conservar el movimiento del tren y corre hacia adelante.
Lo mismo ocurre en un automóvil. Pero cuando el automóvil gira bruscamente nos inclinamos hacia un costado, pues tendemos a seguir *en línea recta*, según la tangente a la curva que describe el automóvil. La *fuerza centrífuga* no es más que la inercia de un cuerpo que tiende a seguir en línea recta y al que se obliga a describir una curva. Cuando pescamos, y para arrojar el anzuelo lo revolvemos en el aire, el anzuelo "tira" del hilo; y cuando soltamos el hilo sigue en línea recta hacia el agua.
En tierra, el rozamiento de la atmósfera detiene los cuerpos, y la atracción terrestre los hace caer. Pero en el espacio interestelar el principio de inercia se verifica plenamente.
En una próxima nota sobre "balística" explicaremos la trayectoria de los proyectiles.

APLICACIONES

Se llama *aceleración* todo cambio de velocidad. La aceleración es positiva si la velocidad aumenta, y negativa si la velocidad disminuye, es decir, si el cuerpo frena.
Un *acelerómetro* es un instrumento que mide las aceleraciones. Su principio es muy simple: una masa considerable colocada entre dos resortes va hacia adelante cuando el vehículo frena, y hacia atrás cuando aumenta su velocidad. Las luces de frenamiento de los automóviles funcionan así. Hay acelerómetros angulares, que miden los cambios de dirección.
Los *sismógrafos* son masas muy grandes, que por su fuerte inercia no acompañan a la corteza terrestre cuando ésta tiembla; los movimientos se amplifican y se inscriben en un tambor giratorio.
Los *dispositivos automáticos de orientación* también funcionan por inercia: se usan para el pilotaje automático de aviones y en los barcos, en los cohetes intercontinentales, en los viajes interplanetarios (para los que la brújula es totalmente inútil), en los submarinos. Los viajes bajo el polo norte del *Nautilus* y el *Skate* hubieran sido imposibles sin los sistemas de autonavegación.
Esquemáticamente, un dispositivo de orientación por inercia comprende tres acelerómetros, uno vertical y dos horizontales en ángulo recto, conectados a computadoras electrónicas que efectúan todos los cálculos necesarios en base a los "informes" que reciben de los acelerómetros.
La plataforma en la que están los acelerómetros se mantiene *muy estable* por medio de un giróscopo.
Naturalmente, la realización es muy complicada y hay que tener en cuenta la gravedad y la curvatura de la Tierra.

HISTORIA

Fue un italiano genial, Galileo Galilei, padre de la física moderna, el primero que afirmó que en un plano horizontal el movimiento sólo es detenido por una resistencia exterior. Y fue otro genio, el inglés Isaac Newton, quien posteriormente enunció el principio en su forma clásica.
En 1900 Henri Poincaré, y poco después Einstein, asimilaron la energía a la materia y afirmaron la inercia de la energía, que cae fuera del tema de este artículo.



PROTOZOARIOS Y PORIFEROS

TAXONOMIA

CRITERIO DE CLASIFICACIÓN

La base de la clasificación de los seres vivos es la **especie**. En los seres superiores, con sexos separados, es generalmente fácil delimitarla: si dos variedades pueden dar descendencia fecunda, por ejemplo dos razas de perros, pertenecen a una misma especie; en cambio dos seres que no pueden hacerlo, como el tigre y el gato, pertenecen a especies diferentes. Pero para los animales inferiores, en especial los de una sola célula, a menudo es necesario basar la clasificación en la mera semejanza. Se asciende de la especie al reino por los siguientes escalones intermedios: **género, familia, orden, clase** y **subreino.**
Los paleontólogos, que estudian el origen de las especies, procuran convertir este catálogo un poco artificial en un árbol genealógico que refleje el verdadero parentesco de los seres vivos.
Muchos seres formados por una sola célula son decididamente vegetales y forman el subreino de las **protofitas**: por ejemplo las diatomeas, cuyo esqueleto silíceo es tan fino que se emplea como prueba de la calidad de los microscopios. Otras especies de unicelulares microscópicos son indudablemente animales, y se incluyen entre los **protozoarios.** Pero hay muchos, como la *euglena*, que pueden vivir indistintamente como animales o como vegetales, y otros más dudosos aún. Por esto se habla a veces de un tercer reino, el de los *protistas*, que comprendería a todos los seres unicelulares.

SUBREINO DE LOS PROTOZOARIOS

Las especies animales conocidas son algo más de un millón de las que 20.000 son **protozoarios.** Estos seres unicelulares con afinidades animales comprenden cuatro clases: **flagelados, rizópodos, esporozoarios** e **infusorios.** Los **flagelados** poseen un filamento o látigo propulsor llamado flagelo; a esta clase pertenecen los *tripanosomas* (2) responsables de enfermedades muy serias, como la enfermedad del sueño o el mal de Chagas. Los **rizópodos** emiten, para su alimentación o traslado, prolongaciones de su propia sustancia llamadas "seudópodos"; incluyen las *amibas* (1), a veces parásitas, que no tienen forma fija y "fluyen" para envolver a su presa o trasladarse; los *foraminíferos* (7), cuyos esqueletos calcáreos constituyen enormes depósitos de tiza y los *radiolarios* (6), componente importante del plancton, pradera de los mares. Los **esporozoarios** forman un grupo heterogéneo de parásitos que se reproducen mediante esporos, gérmenes que pueden resistir, en estado de vida latente, largos períodos de frío y sequía; incluyen a los *plasmodios* que causan el paludismo (5). Los **infusorios** son los mayores y más organizados: poseen cilias —microscópicos pelos rígidos y vibrátiles—, y entre ellos se encuentran el *paramecio* (3) y el *stentor* (4).
Los protozoarios son seres rudimentarios, pero no primitivos. Están muy especializados, en particular los parásitos, que se adaptan rigurosamente a determinados huéspedes que antes no existían. Puede asegurarse que los primeros seres vivos eran diferentes de los unicelulares actuales, que no habrían sobrevivido en las condiciones de hace 2.000 millones de años.

SUBREINO DE LOS PORíFEROS

Se los llama también "espongiarios". Carecen de simetría, de órganos diferenciados y de sistema nervioso (pero hay puentes vivientes entre las células). A pesar de sus indiscutibles vínculos con los protozoarios, no son simples colonias de éstos, sino *metazoarios*: organismos compuestos por muchas células.
Los poríferos son como ánforas tapizadas por células que, mediante sus flagelos o látigos, aseguran la circulación del agua que penetra por sus poros. Poseen un esqueleto formado por espículas o espinillas (12) que pueden ser calcáreas como en la *leucosolenia* (8) o arenosas como en la *euplectella* (11) o bien córneas como en la *esponja común* (10), cuyo esqueleto es el que utilizamos para bañarnos.



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS



DIMENSIONES EXTREMAS

La ciencia moderna estudia lo infinitamente pequeño y lo infinitamente grande. Entre los prefijos que emplea, el menor es "pico", que indica la billonésima parte de la unidad, y el mayor es "tera", que significa la multiplicación por un billón. Así, un **picosegundo**, unidad para relojes atómicos, es la millonésima parte de la millonésima parte de un segundo.

En el dominio teórico, el número 1 seguido de 100 ceros es un **Googol**, y el número 10 elevado a la potencia Googol es un **Googolplex**, que equivale al número 1 seguido de diez mil quintillones de quintillones de millones de ceros. El **centillón** equivale a 1 seguido de 600 ceros.

La menor unidad de longitud de uso corriente en óptica es el **Ängström**, que se representa por A y equivale a un diezmillonésimo de milímetro. La menor unidad de superficie es la que expresa el área sobre la cual reacciona un núcleo atómico: se denomina **barn** y es un cuatrillón de veces menor que el milímetro cuadrado. La superficie de reacción de un neutrón es mil trillones de veces menor que un "barn".

En astronomía, la unidad corriente es el **año-luz**, o distancia recorrida por la luz en un año: 9.460.500 millones de kilómetros. También se emplea mucho el **parsec**, que vale 3,3 años-luz y requiere una breve explicación. Cuando nos movemos, la dirección en la que vemos los cuerpos cambia tanto más cuanto más cercanos están: esto se llama "paralaje"; ahora bien, como la tierra gira alrededor del sol, las estrellas más cercanas no se ven siempre bajo el mismo ángulo: el "parsec" expresa la distancia de una estrella cuya oscilación aparente anual es de 1 segundo de arco (**paralaje segundo**). Los radiotelescopios revelan la existencia de nebulosas a distancias de unos 3.000 millones de "parsecs".

SATÉLITES ESTACIONARIOS

Los sateloides de tipo Telstar, utilizados en las transmisiones transoceánicas de televisión, son demasiado veloces y pronto desaparecen en el horizonte porque en 24 horas un satélite común da unas 20 vueltas a la Tierra. La retransmisión sólo dura unos minutos. Este inconveniente puede remediarse con una cadena de sateloides, o con un satélite "estacionario".

Un satélite estacionario es el que recorre su órbita en 24 horas, es decir, acompañando a la Tierra en su rotación (si su órbita no es exactamente circular y paralela al ecuador, se lo verá ejecutar un vaivén).

¿Cómo se lo logra? Recordemos primero que lo que mantiene un satélite en órbita es su velocidad, que engendra una fuerza centrífuga que le impide caer (como si atamos una piedra a una cuerda y la hacemos girar rápidamente). Ahora bien, para mantener o aumentar la velocidad lineal y al mismo tiempo disminuir el número de vueltas, la solución es aumentar el tamaño de la órbita, es decir, hacer girar al sateloide mucho más lejos de la Tierra. Mientras un satélite común gira a unos 300 Km. de la superficie terrestre y da muchas vueltas con pequeño radio, un satélite estacionario como el del proyecto Syncom distaría 35.920 Km. y daría pocas vueltas con gran radio. Bastarían 3 satélites estacionarios distribuidos simétricamente sobre el ecuador para cubrir toda la Tierra.

MEDICIÓN RADIACTIVA DE RUGOSIDADES

La rugosidad microscópica de una superficie "lisa" es importante para los fenómenos de fricción, para la actividad química (por la mayor o menor superficie real expuesta a las reacciones), para ciertas propiedades magnéticas, etc. Pero, ¿cómo medir esas anfractuosidades en escala molecular?

Es sabido que los detergentes (por un mecanismo que explicaremos en otra nota) forman sobre los objetos capas continuas de **una sola molécula de espesor**. Bastaría medir esa cubierta monomolecular para saber el grado de asperidad de la superficie que recubre. Y esto se logra ahora aplicando detergentes radiactivos (que contienen un átomo de carbono radiactivo C^{14} por molécula) y midiendo las radiaciones con un contador Geiger.

CALCULADORAS Y COMPUTADORAS

En principio los dos términos son intercambiables: una máquina "calculadora" o "computadora" es la que efectúa operaciones matemáticas; puede ser mecánica, electromecánica o electrónica. Pero gradualmente el uso introduce diferencias. Algunas explicaciones previas ayudarán a comprenderlas.

La serie de los números enteros, o "dígitos", es **discontinua**: se **salta** de un entero al siguiente. En cambio una longitud, o una presión, son **continuas**, varían sin saltos.

Toda calculadora, por ejemplo una máquina corriente de contabilidad, sigue un "programa", que no es el mismo si se apoya la tecla "multiplicar" que si se apoya la tecla "dividir". Un "programa" es pues un grupo de instrucciones, en el orden adecuado, para la solución de un problema matemático o el registro de una serie de datos. El "programa" puede consistir en simples guías mecánicas o en complicadas "memorias" electrónicas.

Se llama **calculadora** toda máquina de operación manual que calcula **contando** números, por ejemplo mediante ruedas dentadas en las que cada diente representa una cifra, y cuyos programas son mecánicos o formados por circuitos de conductores. En este último caso los circuitos con los programas están en unos paneles intercambiables. Si el programa está almacenado en una memoria electrónica, se habla de **computadora.**

Se llama **computadora digital** un aparato electrónico que calcula en base a cantidades o símbolos representados por **dígitos**, es decir que utilizan dispositivos capaces de asumir una expresión discontinua, que puede contarse, como los impulsos electrónicos a través de las perforaciones en una tarjeta, o tubos electrónicos, relays, etc. Su precisión depende del número de dígitos para los que fue construida. Es mucho más veloz que la calculadora mecánica, y su "memoria" electrónica le permite acumular un gran número de instrucciones.

Se llama **computadora analógica** la que representa las cantidades por magnitudes **continuas**, como longitudes y voltajes. Es más veloz pero menos exacta que la precedente (3 decimales). Se usa principalmente en la investigación científica, cálculos diferenciales especiales, armonizadores, etc. Se llama analógica porque provee un modelo "análogo" al fenómeno que se estudia, es decir, algo que sin ser lo mismo "funciona" igual que él.

Los "cerebros" electrónicos no operan como el nuestro. Supongamos para ejemplificar el problema siguiente, que es muy difícil: **"se toman las cifras de 1 a 9 en orden ascendente, y se intercalan signos «+» y «—»; se pregunta cuáles combinaciones darán un total de 100, y cuál es la que emplea para ello el menor número de signos".** Si se la somete a una computadora, ésta no lo "explica": simplemente **muestra** qué combinaciones dan el resultado apetecido. El procedimiento para preguntar es el siguiente: si hay nueve cifras, hay ocho lugares para símbolos de suma o resta. Como algunos lugares pueden quedar vacantes, se consideran 3 signos: suma, resta y "nulo". ¿Cuántas combinaciones puede haber en total, cualquiera sea el resultado?: simplemente $3^8 = 6.561$ (esto lo indica el cálculo combinatorio). La máquina las examina todas y selecciona las que suman 100. Es un trabajo de 1 minuto. Abajo copiamos la lista.

SOLUCION		NÚMERO DE SIGNOS "+" ó "—"
123 — 34 — 67 + 89	= 100	3
123 + 4 — 5 — 89	= 100	4
123 + 45 — 67 + 8 — 9	= 100	4
123 — 4 — 5 — 6 — 7 + 8 — 9	= 100	6
12 — 3 — 4 + 5 — 6 + 7 + 89	= 100	6
12 + 3 + 4 + 5 — 6 — 7 + 89	= 100	6
1 + 23 — 4 + 5 + 6 + 78 — 9	= 100	6
1 + 2 + 34 — 5 + 67 — 8 + 9	= 100	6
12 + 3 — 4 + 5 + 67 + 8 + 9	= 100	6
1 + 23 — 4 + 56 + 7 + 8 + 9	= 100	6
1 + 2 + 3 — 4 + 5 + 6 + 78 + 9	= 100	7

DESNUTRICIÓN, HORMONAS, FECUNDIDAD

Las estadísticas demográficas muestran, sin lugar a dudas, que cuanto menor es el consumo de proteínas animales en un país, tanto mayor es el porcentaje de natalidad. Esta fecundidad de los pueblos pobres se debe en parte a razones psicológicas y culturales. Con todo, el mecanismo fisiológico no debe desestimarse. En efecto, el hígado sano neutraliza los excedentes de ciertas hormonas sexuales; pero cuando la dieta carece de un mínimo de proteínas el hígado suele degenerar. Entonces sería incapaz de neutralizar dichas hormonas y la fecundidad aumentaría.

Son significativas dos observaciones recientes: 1º) En Puerto Rico la natalidad era muy alta hasta el año 1947, en que una nueva orientación política transformó el régimen alimenticio del pueblo. En los 7 años siguientes la natalidad disminuyó en más de un 20 %; 2º) Inversamente, los nacimientos se triplicaron entre los esquimales de Point Barrow desde que, al instalarse el laboratorio de investigaciones árticas, sustituyeron parte de su dieta de pescado por proteínas vegetales.



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

AZOGADO SIN MERCURIO

Los felicito por TECNIRAMA Nº 1, pero señalo un pequeño error. En el artículo sobre Dewar se habla de "plateado", no de "azogado" de los espejos. (L.M.M.)

Muchas gracias. No decimos "azogado" porque el uso del azogue o mercurio —tóxico— se prohibió hace ya bastantes años. En todos los espejos corrientes (no telescópicos) la superficie es un depósito de plata pura (unos 3 gramos por metro cuadrado), obtenido mediante una reacción química muy sencilla y barata (la plata cuesta 30 veces menos que el oro). Por otra parte, en una forma tan complicada como la de un termo sólo puede usarse un método químico, en el que el metal reflector se precipite a partir de un líquido.

¿LUPAS MILENARIAS?

Leí que los detalles finos de ciertos trabajos antiguos sólo pueden observarse con lentes de aumento, lo que obliga a suponer que el artista conocía dichos instrumentos. ¿Por qué, entonces, se dice que la lupa se inventó hace pocos siglos? (J.J.C.)

La primera suposición es errónea. El ojo normal distingue dos puntos separados por un ángulo de 1 minuto; esto significa que a su distancia óptima, que es de 25 centímetros, no confunde dos puntos separados por sólo 7 centésimas de milímetro. Claro está que el objeto se vería bajo un ángulo mayor, y por lo tanto con más detalle, si pudiera estar más cerca del ojo. Un observador joven puede aproximarlo algo más, gracias al poder de acomodación. Un miope con una miopía de 8 dioptrías puede acercar el objeto a sólo 8 ó 9 centímetros, verlo entonces bajo un ángulo mayor y distinguir separaciones de 2 ½ centésimas de milímetro; si además de miope es joven, acomodará su ojo, hasta ver, a 5 centímetros, separaciones de 1 ½ centésimas de milímetro. Si el joven miope es orfebre, sus trabajos más finos serán invisibles para la mayoría de la gente.

HUMEDAD ATMOSFÉRICA

¿Cuánta agua contiene la atmósfera? (A.V.L.)

La reserva permanente de agua atmosférica en todas sus formas (vapor, nubes) alcanza a 13 billones de toneladas (Clausse y Facy, 1959).

MAGNETISMO Y EQUILIBRIO MENTAL

¿Es cierto que el estado magnético de la atmósfera influye sobre el equilibrio mental? (M.N.)

Se sabe muy poco sobre esto. El Dr. Becker de los Estados Unidos sostiene, en base a 4 años de estadísticas, que el número de admisiones de enfermos en los hospitales neuropsiquiátricos es mayor cuando hay tormentas electromagnéticas en la atmósfera.

CAMPO MAGNÉTICO EN PLANETAS

Si el magnetismo terrestre depende de frotamientos internos provocados por la rotación de la Tierra, los demás planetas deben tener también su campo magnético. ¿Se sabe algo al respecto? (R.P.N.)

El Sol tiene un campo magnético orientado de polo a polo como el de la Tierra y un poco más intenso que el de ésta. Su rotación es muy lenta, pero su tamaño es mucho mayor. Hay evidencias recientes de que Júpiter, que gira muy velozmente, posee un fuerte campo magnético.

VEHÍCULOS SOBRE COLCHÓN DE AIRE

Vi fotografías de vehículos que en lugar de trasladarse sobre ruedas lo hacen sobre un colchón de aire emitido por turbinas. ¿Se los utiliza realmente (Y.M.D.)

Sobre tierra, no; quedan aún muchos problemas por resolver. Sobre el agua ya funciona comercialmente uno de ellos en Inglaterra, y la compañía Hovercraft construye uno de 130 toneladas para 1964 que transportará 500 pasajeros, sobre el Támesis, y otro que funcionará sobre el río Clyde, en Escocia.

EL PODER DE LOS MICROSCOPIOS

¿Cuál es el máximo aumento logrado por los microscopios? (J.D.C.)

En 1958 se fotografiaron átomos [illegible]ados por primera vez: eran de platino, de 2,7 Ångströms de diámetro, lo que significa un aumento de unas 750.000 veces (microscopio electrónico de la Universidad de Pennsylvania). Los soviéticos anuncian la construcción de un aparato electrónico de proyección con un aumento de 2 millones, que permitiría observar átomos de bario y moléculas de oxígeno. El "aumento" útil se llama "poder separador". Lo que importa, en efecto, es distinguir los pormenores minúsculos: aunque una foto se amplíe millones de veces, el detalle que estaba borroso no se aclarará por ello. El máximo poder separador de un microscopio óptico es de 1/4.000 de milímetro (2.500 Ångströms), límite impuesto por la longitud de las ondas visibles.

Con los microscopios electrónicos se distinguen objetos mil veces menores.

DUREZA EXTREMA

¿Cuál es el compuesto más duro que se conoce? (L.C.)

Probablemente los cristales cúbicos de nitruro de boro, llamados "borazón", preparados por primera vez en 1957 a 65.000 atmósferas de presión y 1.700 grados de temperatura.

Capaces de rayar ciertos diamantes, son superiores a éstos en resistencia eléctrica, estabilidad frente a las altas temperaturas e insensibilidad a la oxidación. La industria ya los utiliza.

Y PARA CONCLUIR...

EL "PROBLEMA" DE FERMAT, SIN SOLUCIÓN DESPUÉS DE 300 AÑOS

En todo triángulo rectángulo la suma de los cuadrados de los catetos es igual al cuadrado de la hipotenusa. En términos matemáticos, $a^2 + b^2 = c^2$. A veces se logra que los números sean enteros, por ejemplo: $3^2 + 4^2 = 5^2$.

Fermat, político, literato, físico y matemático genial, que desdeñaba publicar sus descubrimientos y hasta eliminaba las demostraciones, enunció el siguiente teorema: en la fórmula $a^n + b^n = c^n$, si el exponente **n** es un entero mayor de 2, los valores **a**, **b** y **c** no pueden ser simultáneamente números enteros positivos. Hay razones para suponer que Fermat poseía la demostración, y se han ofrecido grandes premios para quien logre probar el enunciado o por lo menos encuentre un ejemplo que lo refute. Pero hasta hoy han fracasado los más excelsos matemáticos.

RADIESTESIA

Una comisión especial comparó en Nueva Gales del Sur (Australia) la eficacia de los métodos "caseros" con la de los "científicos" en la búsqueda de manantiales. Los resultados son: **métodos "caseros"**: sobre 1.835 pozos señalados, 80 % utilizables, y **métodos "científicos"**: sobre 1.801 pozos señalados, 90 % utilizables. Los métodos científicos llevan una ventaja del 10 %, pero son enormemente más onerosos que los honorarios de los zahoríes. También sería posible que en Nueva Gales del Sur hubiera un 80 % de probabilidades de encontrar agua perforando al azar...

RESUÉLVALO USTED

Diga a un amigo que Ud. adivinará el mes y día de su cumpleaños. Para ello, pídale que multiplique mentalmente el mes de su nacimiento (numerado de 1 a 12) por 5. Que le sume 8. Luego que multiplique el total por 4 y sume 7. Por último que multiplique nuevamente por 5, sume el día de su nacimiento y le diga el resultado. Del total obtenido reste usted silenciosamente la cantidad de 195: las dos últimas cifras le dirán el día y las restantes el mes de nacimiento. ¿Por qué? Cuando usted lo averigüe podrá realizar combinaciones mucho más complicadas.

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	30.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COLOMBIA,	Pesos	2,50	*ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4.—
*CHILE,	Escudos	0,60	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—	*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

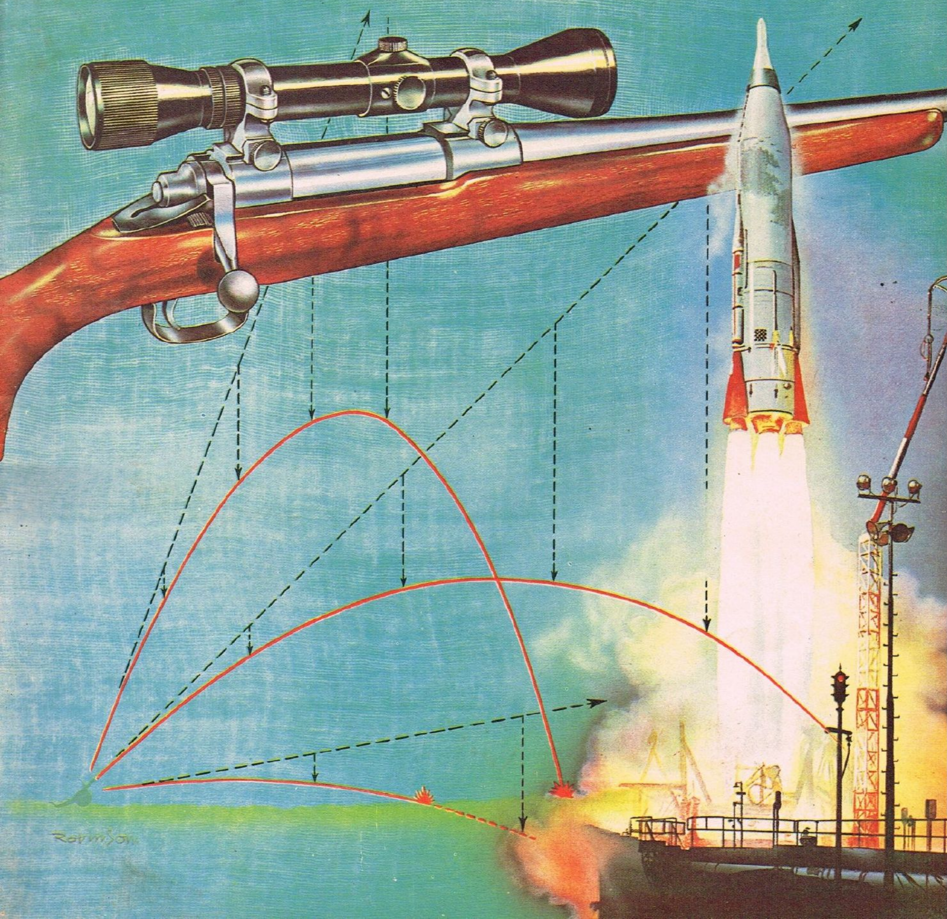
APARECE TODAS LAS SEMANAS

* Distribución a partir del 28 de octubre de 1963

Nº 3

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA



AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: **Dr. Oscar W. RICHARD (Jefe de biología - American Optical Co. Research Center), microscopio. Claude VILLÉE (Prof. Chapel Hill), biología. Gilbert W. KING (Dir. Invest. Itek Corp.), máquina de traducir chino. Hsien Wu Chang (Dir. sistemas experimentales IBM), máquina de traducir chino. Louis LEPRINCE-RINGUET (Acad. Ciencias de París), acústica. J. BRONOWSKI (Dr. ciencias, París), acústica. Dr. Edward CHAO (U. S. Geological Service), coesita. Louis DUNOYER (Prof. de la Sorbona, París), vacío. Maurice DAUMAS (Dr. ciencias, París), Guericke. Prof. Francis BITTER (Inst. Tecn. Massachusetts), imanes. Yves CHATELET (Prof. Univ. París), núclidos. Ing. Claude ETIEVANT (Comisionado energía atómica, Francia), energía atómica. J. Sutherland FRAME (prof. matemáticas, Univ. Michigan), $\pi =$ 3,141529 ... Ing. William G. BROMBACHER (National Bureau of Standards), aceleración. Robert W. YOUNG (lab. electrónico Marina EE. UU.), armónicas. Richard P. HALL (prof. biología, Univ. Nueva York), protozoarios. Malcom C. MCQUARRIE (Kaiser Chem. Corp.), vidrio. C. HAND (Dep. zoología Univ. California), celenterados. John P. HAGEN (Direc. NASA), balística. Dr. Gerald M. CLEMENCE (Direc. cient. obs. Naval EE. UU.), latitud y longitud. Ing. Ralph L. FREEMAN (prof. Univ. Iowa), laminación. Samuel EIDENSHOHN (Ing. jefe Electric Battery Co.), pila húmeda. Prof. Harold M. HENDRICKSON (Univ. Washington), pila seca. Harold C. RIGGS (Ing. Electric Storage Battery Co.), acumuladores.**

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada uno, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo al que corresponden.

Publicado en Argentina por

EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES

TOMO I
AÑO I
Nº 3

SUMARIO

Distribuidores, Agentes de Suscripciones y Venta de Números Atrasados, ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana S. A., Carrera 7ª nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924. San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S. A., Santo Domingo 1175, Santiago. **EL SALVADOR:** Distribuidora Salvadoreña S. A., Av. España 344, San Salvador. **ESPAÑA:** Central Española de Publicaciones S. A., Balmes 96, Barcelona. **GUATEMALA:** De la Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Srta. Hortensia Tijerino, Salvador Mendieta 111, Tegucigalpa. **MÉXICO:** Distribuidor Dispublex S. A., Dir. responsable Marcial Frigolet, Hamburgo 108, México D. F. **NICARAGUA:** Elías Argeñal (h.). **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S. A., Jirón de la Unión 284, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Compañía Uruguaya de Ediciones S. A., 25 de Mayo 620, Montevideo. **VENEZUELA:** Venezolana de Publicaciones C. A., Princ. a Sta. Capilla 4, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA:
BALÍSTICA. Se ve una mira telescópica, un cohete ATLAS y trayectorias de balística exterior.

Correo Apartado Central B | TARIFA REDUCIDA | CONCESION EN TRAMITE

NOTICIAS DE HOY

Delfines que hablan. — Se trata de un tema antiguo. El Dr. John C. Lilly, director de la estación especial creada por la Universidad de Miami en las islas Vírgenes para estos estudios, confirma que entre los **Tursiops truncatus,** o delfines con nariz de botella, hay intercambio de sonidos. La neurocirugía corrobora esa posibilidad: el tamaño del "área verbal", las complicadas fisuras y las seis capas corticales de elevada densidad de neuronas son, en el cerebro de ese delfín, muy semejantes a las del hombre.

Televisión por teléfono. — Hasta ahora, las imágenes de televisión sólo podían transmitirse por cables coaxiles muy onerosos, porque las líneas comunes captaban, como una antena, las emisiones parásitas de radio; y además por las reflexiones que se producían a lo largo del cable. Los laboratorios Grundig han logrado transmitir imágenes de televisión por las líneas telefónicas comunes, mediante un amplificador que compensa las perturbaciones exteriores.

El calor de los planetas. — El oro es el mejor reflector de ondas calóricas (regiones del rojo e infrarrojo). El nuevo telescopio de White Mountain en California, con espejo revestido de oro, es de 20 a 50 veces más sensible que cualquier otro instrumento. Concentra el infrarrojo sobre un cristal de germanio y es tan exacto como un termómetro puesto en la superficie misma de los planetas. Primeros datos: la cara oscura de la Luna está a 168 grados bajo cero, o sea 17 grados más fría de lo que se suponía.

Coordinación de células. — El corazón necesita que sus fibras se contraigan sincrónicamente, y posee para ello unos "centros" nerviosos reguladores. La fibrilación de los ventrículos, o tremulación desordenada de sus células, es una afección muy seria. Pero, ¿cómo el esbozo de corazón late ordenadamente, sin regulación nerviosa, en el embrión de pocos días? Los cultivos de células cardíacas muestran que cada una late con ritmo propio, entre 10 y 150 contracciones por minuto, pero que pronto emiten filamentos de conexión y forman un músculo que obedece a la cadencia de los más veloces.

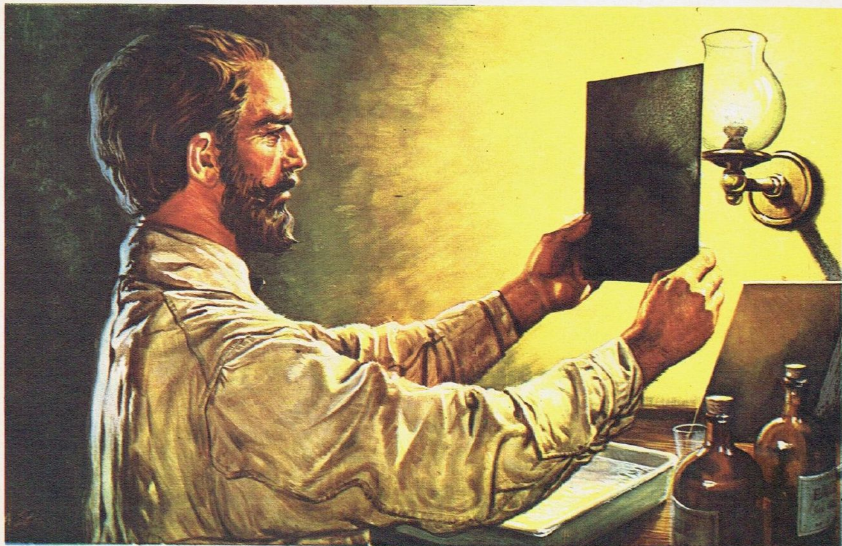
NOTICIAS DE MAÑANA

Átomos para agua potable. — Se estudia la posibilidad de utilizar, en las horas de bajo consumo de electricidad, el calor de las centrales nucleares para convertir el agua de mar en agua potable. En ciudades que crecen precipitadamente, como Tokio, el problema del agua es angustioso.

Un termómetro "central". — El hipotálamo, situado en la base del cerebro, es el "termostato" del organismo. Por lo tanto sería muy interesante medir la temperatura de la sangre que llega a él. Para ello se ha fabricado un minúsculo par termoeléctrico que puede aplicarse sobre la membrana del tímpano, el cual está muy cerca del hipotálamo y es irrigado por las mismas arterias. La temperatura se lee directamente sobre un cuadrante exterior.

Telescopios gigantes. — Los soviéticos proyectan, para 1972, un telescopio a reflexión de 6 metros de diámetro, que se instalará en el monte Tien Chan, en Asia Central. El mayor telescopio actual es el Hale en California, también a reflexión, con un espejo curvo de 5 metros 085 milímetros de diámetro (30 gramos de aluminio depositados sobre una pieza de 15 toneladas de vidrio tipo Pyrex). Fotografía estrellas de magnitud 23,5 equivalentes a la llama de una cerilla a 60.000 kilómetros de distancia. Su alcance es de 6.000 millones de años-luz. La lente más grande es el objetivo del telescopio de Yerkes: 101,6 centímetros de diámetro.

Túnel de frío. — Con el objeto de reproducir las temperaturas del espacio intersideral, a menudo inferiores a 160 grados bajo cero, el Centro de Investigaciones Espaciales de la **Republic Aviation** instaló un "túnel de frío" de 7 metros de largo y 3,30 metros de diámetro, cuyo objeto es probar satélites artificiales y cohetes.



Becquerel examina una placa fotográfica "velada" por un trozo de mineral de uranio. Este fenómeno lo condujo a descubrir la radiactividad.

RADIACTIVIDAD, la fisión del átomo

FÍSICA NUCLEAR

En menos de setenta años la energía nuclear, que comenzó con el descubrimiento de la radiactividad, revolucionó el mundo.

EL DESCUBRIMIENTO DE LA RADIACTIVIDAD

El hallazgo fue accidental. En 1896 Antonio Enrique Becquerel, famoso hombre de ciencia francés, tenía sobre su escritorio un trozo de mineral de uranio. Por casualidad lo dejó sobre placas fotográficas vírgenes; al examinarlas vio que estaban "veladas", a pesar de que la luz no podía haber penetrado a través de sus envolturas intactas. Becquerel sospechó que el uranio debía emitir rayos capaces de atravesar el papel y aun el metal.

LA ESENCIA DE LA RADIACTIVIDAD

Sabemos que los átomos son como sistemas planetarios. Es natural suponer que los más complicados sean los más inestables, como los derivados del uranio (92 electrones), torio (90 electrones) y actinio (89 electrones).

Pero no sólo éstos son inestables. Algunos átomos "livianos", de escaso número de electrones, tienden a desintegrarse. Muchos son "isótopos" de elementos estables. Un isótopo de un elemento estable tiene el mismo número de protones y electrones que éste, pero su núcleo está desequilibrado por exceso o defecto de neutrones.

La radiactividad es la desintegración espontánea de estos edificios atómicos inestables. Al desintegrarse se *transmutan*, es decir, forman elementos más estables.

LOS NÚCLIDOS

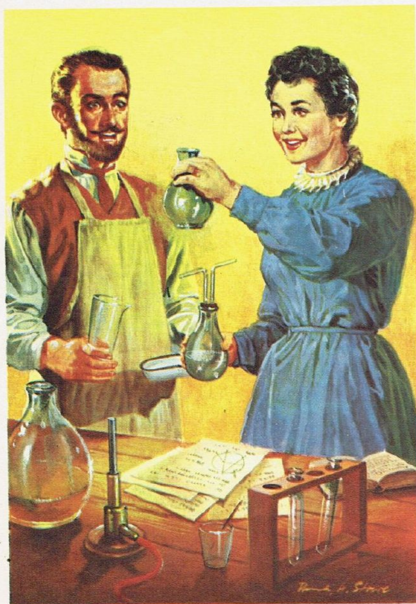
En la naturaleza hay 92 elementos, ordenados del 1 al 92: es decir, hay átomos con 1 protón y 1 electrón, con 2 protones y 2 electrones, y así sucesivamente hasta el uranio, que tiene un cortejo de 92 electrones. Pero si tenemos en cuenta las variedades, o isótopos, debidos al número de neutrones en el núcleo, tenemos 325 combinaciones o "núclidos". De éstos sólo 274 son absolutamente estables. Los otros, unos 50, en su mayoría pesados, tienden a modificar enormemente su estructura. Se calcula que al nacer el universo se formaron unos 1.000 a 1.500 núclidos, pero que la mayoría desapareció.

RADIACIONES

La "ruptura" de los núclidos no es estrepitosa. Son modificaciones ligeras y *sólo hay dos procesos de desintegración*; los núcleos pierden una pequeña fracción de sí mismos en forma de *partículas emitidas a grandes velocidades* y que se denominan "radiaciones".

¿QUÉ SON LAS RADIACIONES NUCLEARES?

Partículas α: núcleos idénticos a los del helio (2 protones + 2 neutrones), relativamente pesados, de carga positiva. Al emitirlos, el elemento *cambia*: el uranio se vuelve torio, el torio se vuelve radio, hasta concluir en el plomo y el talio. La pérdida de partículas de su núcleo tiene un efecto revolucionario sobre el átomo radiactivo. El uranio, por ejemplo, cesa instantáneamente



Los esposos Curie lograron aislar una minúscula cantidad de radio. También descubrieron el polonio.

de ser uranio para convertirse en otro elemento, el torio. La diferencia entre los materiales básicos del universo (elementos) reside justamente en la cantidad de protones que contienen; al perder alguno, se transforman en otro elemento: se transmutan. Esto se llama desintegración radiactiva. No todos los átomos de uranio se desintegran simultáneamente.

Partículas β: son simplemente electrones, análogos al del cortejo periférico del núcleo. Su partida *ioniza* al átomo, le da una carga negativa.

Rayos γ: no tienen carga, no tienen masa. No son partículas, sino radiaciones electromagnéticas, cuya velocidad es la de la luz pero cuya energía es tremenda porque sus ondas son ultracortas. Es un fenómeno secundario que en general acompaña las desintegraciones en partículas α y β, pero no transmuta elementos.

ÁTOMOS

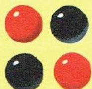
Su estudio cubre un campo extensísimo: los átomos naturales y artificiales; la transmutación de núcleos y la energía nuclear; la ruptura (fisión) de átomos; la unión o fusión de átomos; el uso de los isótopos; la química y la física de los átomos aberrantes; el origen de la energía atómica; la metamorfosis de masa en energía; los reactores de fisión; la energía de fusión (bomba H); la biología de las radiaciones; la geocronología; la propulsión atómica; la electricidad atómica, etc. Los examinaremos en próximas notas.

EL PELIGRO DE LAS RADIACIONES

En el laboratorio, la protección se logra mediante espesas paredes de plomo y hormigón. Pero en la naturaleza la situación se complica en los casos de contaminación atmosférica. El estroncio 90, radiactivo y cancerígeno, se acumula selectivamente en los huesos. Las radiaciones nucleares nos "bañan", y sus efectos *genéticos* o modificaciones de patrimonio hereditario son más frecuentemente causa de anomalías que de mejoras: entre las menos graves citaremos la hemofilia, el daltonismo y la diabetes. Entre sus efectos *somáticos*, no transmisibles, están los daños a los órganos *formadores* de la sangre (no a ésta misma) como a la médula de los huesos y los órganos linfoides. Con todo, recordemos que las mutaciones genéticas naturales, base de la evolución, son mucho más frecuentes: unas 5.000 durante la vida de una persona. Los geneticistas estiman que se puede duplicar sin peligro el número de mutaciones, y ésta es la estimación que sirve de base para establecer las dosis permisibles en la industria nuclear.

α

ALFA



PARTÍCULAS ALFA

Ésta es una partícula alfa, formada por 2 protones y 2 neutrones que provienen del núcleo de un átomo radiactivo. Los protones tienen carga positiva, los neutrones no poseen ninguna carga. Debido a la presencia de los protones la partícula alfa resulta positiva. El átomo no puede eyectar protones o neutrones sueltos.

β

BETA



PARTÍCULAS BETA

Ésta es una partícula beta, o sea un simple "electrón". Esto es sorprendente: un neutrón del núcleo se subdivide en un protón positivo y un electrón negativo. Se expele el electrón mientras el protón permanece en el núcleo. Al tener un protón más, el átomo se convierte en otro elemento de número atómico superior.

γ

GAMMA

RAYOS GAMMA



Aquí no hay partículas sino vibraciones electromagnéticas, como las ondas de la radio. Vibran eléctrica y magnéticamente en sentido perpendicular al del avance, es decir que mientras adelantan se contraen y expanden hacia los lados como cuando hacemos serpentear una cuerda. La longitud de onda (distancia entre dos máximos de la vibración) es aproximadamente 0,000 000 0001 mm., una de las medidas más pequeñas del universo (1 A). Los rayos gamma no poseen carga eléctrica.



LA RAZÓN POR LA CUAL LOS ÁTOMOS MÁS PESADOS SON RADIACTIVOS

Un núcleo pesado es como una gran pila de ladrillos. Su energía potencial se manifiesta cuando caen al suelo. La pila es inestable. (La energía "potencial" es la de un cuerpo situado en una altura, de la cual "puede" caer.)



Del mismo modo, la gran energía potencial de un núcleo pesado lo hace inestable y propenso a desintegrarse.

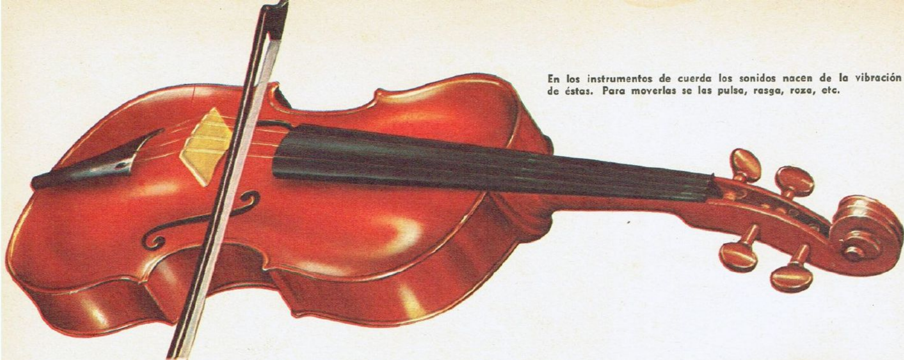


A medida que retiramos ladrillos de la pila es menos probable que ésta se desmorone. El montón es tanto más estable cuando menor es su energía almacenada, es decir, cuando todos los ladrillos ya están en el suelo.



Un átomo de uranio. Su núcleo está oculto por los círculos de color que representan las órbitas de algunos de los 92 electrones, semejantes a planetas. El núcleo se compone de partículas más pesadas. En la figura se representa la expulsión de un grupo de ellas, llamadas "partículas alfa". Ésta es una clase de radiactividad.

La radiactividad perjudicó la salud de muchos de los primeros investigadores. Marie Curie padeció de severa anemia por destrucción de médula ósea. Charles Vaillant fue operado más de 30 veces, hasta quedar sin brazos. Hoy la protección es adecuada. En esta ilustración vemos cómo un operario, amparado por una pantalla de vidrio especial, con cerio y plomo, introduce por control remoto un cilindro de material radiactivo dentro de un tubo de aluminio. La cantidad de elementos radiactivos de la Tierra disminuye incesantemente, por descomposición.



En los instrumentos de cuerda los sonidos nacen de la vibración de éstas. Para moverlas se las pulsa, rasga, roza, etc.

INSTRUMENTOS MUSICALES

Cuando golpeamos un vaso, la energía lo hace vibrar. Cuando el vaso va hacia *afuera* empuja el aire y lo comprime; luego vuelve atrás, y deja tras sí una zona de vacío, y así sucesivamente. El aire transmite esa oscilación. Así se traslada, en todas direcciones, una onda de presión, de *compresión*. Una *onda sonora* consiste en una compresión y una depresión. El movimiento de ida y vuelta del vaso es un *ciclo*. Si el vaso da 1.000 vaivenes por segundo, tendremos que cada segundo 1.000 ondas se propagan en el aire.

En un *sonido*, el ritmo de las vibraciones es uniforme: todas las oscilaciones iguales, o bien son múltiplos o submúltiplos de las mismas. Nuestros cerebros pueden concebir y controlar los sonidos puros.

Recordemos que el sonido que percibimos, el sonido fundamental, es el que corresponde a la vibración más lenta. Las otras sólo le dan "colorido". Un *ruido*, como el producido al romperse un vaso, es un conjunto de ondas totalmente irregular. Puede parecer agradable a algunos, pero nadie procura concebirlo o controlarlo.

MÚSICA Y ACÚSTICA

En un violín y un clarinete la misma nota difiere en algo. Dicho técnicamente, la *altura* es la misma, pero el *timbre* o "tono" es diferente. La altura que oímos proviene de la frecuencia *fundamental* (ver figura), y la diferencia de calidad o tono proviene de las vibraciones *armónicas*, o sea de oscilaciones de los segmentos (mitad, tercio, cuarto, etc.). Cada segmento emite ondas de frecuencia más elevada que las de la cuerda o tubo enteros, y todas esas vibraciones, múltiplos de la primera, se mezclan para dar a la nota del violín o del tubo su calidad particular. La *resonancia* de la caja o del bronce es esencial.

El piano y el oboe pueden dar la misma nota con igual intensidad, pero jamás producirán el mismo sonido. Hay una diferencia de cualidad en la misma nota, debida a otro factor, los armónicos. En un objeto en vibración hay puntos inmóviles (NODOS) y puntos de máximo movimiento (VIENTRES). Los nodos naturales de una cuerda son sus extremos, que no vibran. Pero si la tocamos suavemente con el dedo en el punto medio, en lugar de un vientre en ese lugar tendremos un nodo, al mismo tiempo que aparecerán otros dos vientres, uno en cada mitad. La *nota* será siempre la *misma*, pero el timbre corresponderá a la *segunda armónica*. Dividamos la cuerda en tres y podremos oír la tercera armónica; así podríamos formar las armónicas superiores. En realidad, la cuerda o la columna de aire que emiten simultáneamente la nota *fundamental* y varias armónicas, vibran al mismo tiempo como un todo y como si estuvieran subdivididas. Cada instrumento posee una diferente selección de armónicas y por ende un sonido de cualidades particulares, inconfundibles. La palabra "armónica" es de origen histórico, porque las mezclas de sonidos cuyos períodos son múltiplos simples de alguna frecuencia fundamental son agradables al oído o, por lo menos, "puros".

El estrépito de un martinete neumático es un ruido; la melodía de un violín bien afinado es un sonido.

SONIDOS PUROS

El más conocido es el del diapasón. La sirena consta de dos discos, cada uno con unas 20 perforaciones en su periferia. El plato de arriba gira, y cada vez que coinciden los agujeros pasa aire: se comprende que la altura del sonido depende de la rapidez con que giran los discos. Antes de inventarse los métodos eléctricos, la sirena era el más poderoso de los aparatos de alarma.

La música electrónica produce sonidos a voluntad. Actualmente procura liberarse de las escalas convencionales, aunque parece preocuparse más por las relaciones matemáticas o los efectos insólitos que por la parte afectiva del oído humano

INSTRUMENTOS MUSICALES

Las ondas sonoras son una sucesión de impulsos originados en un cuerpo vibrante y transportados a nuestros oídos por el aire. El aire, en contacto con la fuente de la vibración —que puede ser la cuerda de un violín o la lengüeta de un saxofón— se dilata y comprime alternativamente. Estas variaciones de presión se propagan a las regiones adyacentes y así la onda de presión se transmite en todos sentidos. Una compresión y una dilatación completa constituyen un *ciclo* y el número de éstos por segundo constituye la *frecuencia* de la vibración, que determina la nota, tono o *altura* del sonido. Cuanto mayor es la frecuencia, más agudo es el tono.

Los instrumentos musicales hacen vibrar el aire de diversas maneras: mediante una cuerda (violín, piano, guitarra); por el choque del aire contra un borde afilado (órgano, flauta) o una caña flexible (oboe), o por las vibraciones de un diafragma (timbal).

LA ESCALA MUSICAL

El hombre aprecia con habilidad las relaciones entre las distintas notas de una serie y el más ligero error le resulta desagradable. Las relaciones de efecto placentero forman una escala (do, re, mi, fa, sol, la, si). Cada una de estas notas posee una frecuencia distinta y la relación particular que hay entre ellas constituye la *escala diatónica*. Una escala es una serie de notas con esas relaciones entre sí, independientemente de la frecuencia de la nota inicial.

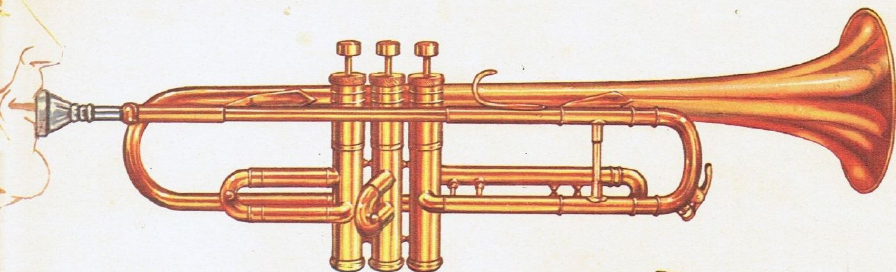
La escala diatónica encuentra dificultades en el piano porque si se lo construye y afina perfectamente partiendo de la nota *do*, el resultado sería desagradable si quisiéramos comenzar la escala por *re*. Para lograr una escala perfecta partiendo de cualquier nota serían necesarios alrededor de 70 "escalones" por octava en lugar de 7. Se ha adoptado una solución intermedia, la *escala temperada*, creada por el compositor Juan Sebastián Bach (1685-1750), que permite comenzar por cualquier nota. Las relaciones entre sus frecuencias no son nunca las exactas, pero son lo bastante aproximadas como para satisfacer al oído musical.

En la gama de Bach se dividen los 7 tonos de la escala en 12 semitonos iguales, añadiendo los "bemoles" y "sostenidos". De esta gama no puede obtenerse acuerdos naturales, pero en ningún caso la diferencia es mayor de 1/12.

La frecuencia convencional para el *do* más bajo del violoncelo es de 64 vibraciones por segundo. El *do* de la escala corriente es de 256. Pero hay diferencias entre los diapasones de los distintos teatros líricos.

INGENIERÍA ACÚSTICA

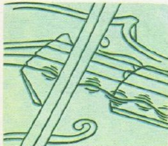
Es muy importante que el auditorio pueda oír cada nota con la máxima pureza en cualquier punto de una sala. La solución del Royal Festival Hale de Londres es ingeniosa. Los asientos cuyos fondos contienen una sustancia especial que absorbe tanto sonido como el cuerpo de un oyente basculan automáticamente al estar vacíos y "reemplazan" a éste. Para los estudios teóricos la absorción del eco o reflexión es fundamental. La cámara de

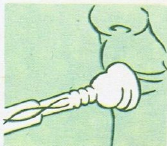


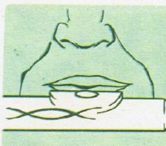
ESCALA DIATÓNICA: He aquí las relaciones entre las frecuencias de la escala natural o diatónica; nótese que de un "do" al siguiente la frecuencia se duplica.

do	re	mi	fa	sol	la	si	do
1	9/8	5/4	4/3	3/2	5/3	15/8	2

Arriba: en instrumentos como la trompeta y el clarín, al soplar el ejecutante el aire vibra en el tubo y produce una nota musical. **Derecha:** en el saxofón y el oboe los sonidos nacen de las vibraciones del aire al chocar contra el filo de una lengüeta flexible.









Izquierda: al deslizarse el arco sobre la cuerda del violín la hace vibrar y sacude el aire circundante. **Derecha:** en la trompeta y el clarín el sonido proviene del aire que sale por los labios del ejecutante.

Izquierda: el flautista sopla a través de la abertura del instrumento y el aire vibra en el tubo. **Derecha:** en el oboe el aire vibra al chocar contra el filo de una lengüeta flexible.

la Bell Telephone en Murray Hill, Nueva Jersey, elimina 99,98 % de los sonidos reflejados. Pero en una sala de conciertos el canto "brillante" o "viviente" requiere un eco. La solución moderna es una serie de pistones graduables ubicados en el cielorraso.

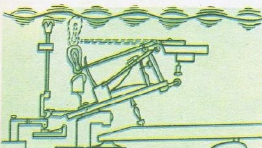
PSICOACÚSTICA

Es una ciencia nueva que estudia cómo los sonidos afectan el bienestar mental. El exceso de ruido afecta la concentración y vuelve irritable. Pero la falta total de resonancia concluye por dar sensación de aislamiento.

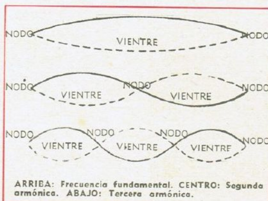
ESTEREOFONÍA

Trae la orquesta a nuestra casa. En un teatro, cada uno de nuestros oídos percibe el sonido de una parte diferente de la orquesta. Esta percepción "en perspectiva" se llama "binaural". La estereofonía registra la música orquestal mediante dos o más micrófonos separados, sobre cintas magnéticas diferentes. Los dos sonidos se graban sobre las dos paredes del mismo surco del disco. Al reproducir, una aguja especial roza esas *dos* paredes y transmite las vibraciones de cada una a dos amplificadores separados. En la estereofonía se reproduce la *perspectiva* natural.

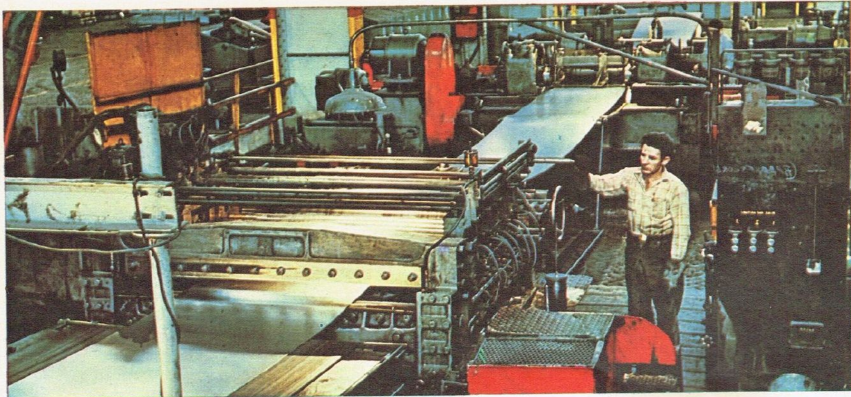




El piano es un instrumento de cuerdas, que vibran al golpearlas unos martillos accionados por las teclas.



ARRIBA: Frecuencia fundamental. CENTRO: Segunda armónica. ABAJO: Tercera armónica.



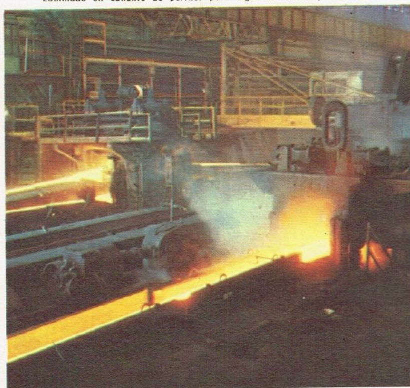
Laminación en frío de chapas de metal.

CIENCIA APLICADA

LAMINACIÓN DE METALES

Las latas de combustible, las de conserva, las chapas onduladas de hierro galvanizado, los perfiles, los rieles, las carrocerías de automóviles, son sólo algunos de los artículos de uso diario que se fabrican con metales laminados. La laminación consiste en hacer pasar los metales entre una serie de rodillos para disminuir su espesor y convertirlos en hojas o chapas.

Laminado en caliente de perfiles para vigas en Indiana, EE. UU.



Consideremos la laminación del acero. Mientras el lingote está a alta temperatura es maleable y se somete a una primera laminación que reduce su espesor y le da una forma previa según el objeto terminado que se desea. Estos productos semiterminados son las planchas, de sección plana; los tochos, de sección cuadrada; y la palanquilla, rústica barra de sección rectangular.

Después de recalentarlas a 1.300° C las planchas pasan entre una serie de pares de rodillos que van disminuyendo su espesor hasta que finalmente quedan reducidos a láminas, chapas o flejes.

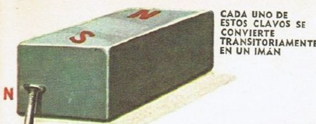
Se someten los tochos a un tratamiento similar, pero en este caso lo que se busca es obtener barras de determinada sección (forma que presentan cuando se las mira desde un extremo), por ejemplo perfiles para vigas y rieles en forma de H. Aquí también el procedimiento comienza con rodillos que van reduciendo el tocho; luego, otros le dan forma definitiva. El trabajo en caliente, que exige escasa energía, es económico. Pero el calor favorece la oxidación superficial e impone luego un acabado. Puede aplicarse el mismo método en frío. Como el material a la temperatura ambiente no es tan maleable se requieren presiones mayores, pero se obtienen dimensiones mucho más exactas y un acabado más perfecto. Además, por causas de física molecular bastante complejas, aumenta la dureza del metal. Cuando la tolerancia dimensional es escasa, y es indispensable obtener una superficie lisa, la laminación en frío es obligatoria.

El laminado es uno de los varios métodos utilizados para dar forma al metal, partiendo del lingote. Otros procedimientos son el forjado (mediante golpes de martillo o de prensa); el estirado (haciendo pasar el metal a través de agujeros del tamaño y forma deseados para producir barras o alambres) y el prensado (dándole forma bajo grandes presiones).

Luego, por lo general, la pieza metálica pasa por otra etapa de fabricación para terminarla: principalmente, se la corta y refila en máquinas especiales.

ALGUNAS NOCIONES ÚTILES

● Con el trabajo en caliente se obtiene una estructura fibrosa y partículas alineadas; por lo tanto la ductilidad y la resistencia son mayores en el sentido de la laminación. ● En la operación en frío los microcristales del metal se orientan: el metal se vuelve más duro y resistente pero menos dúctil. ● Los materiales muy refractarios, como el tungsteno y el carburo de tungsteno, necesitan ser moldeados en polvo. Este procedimiento se emplea también para obtener materiales porosos que no sean *aleaciones* sino simples adiciones de metales.



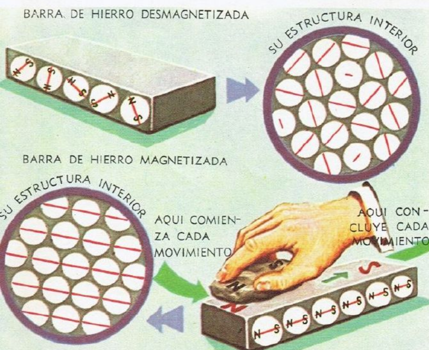
UN IMÁN ENGENDRA A OTRO

El imán tiene la propiedad de atraer pedazos de hierro, acero, níquel o cobalto. Posee una fuerza de atracción denominada magnetismo, que es máxima en los extremos o polos (en el medio casi no hay fuerza de atracción). Los polos se llaman "norte" y "sur" porque son los que, respectivamente, se orientan así en la brújula, que es una aguja magnetizada. Los polos opuestos de los imanes siempre se atraen, los de igual nombre se repelen.

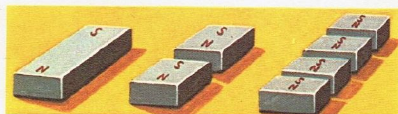
CÓMO SE IMANA

Si acercamos la barra imantada a un clavo de hierro dulce éste es atraído; pero aparece otro fenómeno: con el clavo podemos atraer otros clavos más, incluso formar una cadena. ¿Qué ha ocurrido? Al quedar dentro del campo magnético del imán el clavo se ha convertido temporariamente en otro imán y en ambos extremos aparecen polos magnéticos. El polo norte se adhiere al polo sur del imán, mientras el polo sur repite el procedimiento con un segundo clavo y así sucesivamente. Es posible imanar piezas de hierro o metales magnéticos en forma transitoria o permanente, según su resistencia a la desimantación (se la llama "fuerza coercitiva" y depende de las sustancias).

¿Qué produce el magnetismo de una barra de hierro? La siguiente experiencia nos ayudará a entenderlo: llenemos parcialmente con limaduras de hierro un tubo de ensayo. Éstas quedarán orientadas completamente al azar. Ahora, manteniendo firme el tubo, hagamos pasar repetidas veces un polo del imán a lo largo del tubo, siempre el mismo polo y siempre en la misma dirección y mismo sentido. Veremos cómo las limaduras se acomodan todas paralelamente entre sí. La masa de limaduras del tubo actuará como una barra imantada; un extremo del tubo será repelido por el polo sur del imán; el otro, por el polo norte.



Las moléculas de una barra de hierro no magnetizada están orientadas al azar, apuntan en todas direcciones. Cuando frotamos la barra con otro imán (o un trozo de piedra imán, imán natural o magnetita Fe_3O_4) "siempre en la misma dirección", las moléculas se alinean en el sentido en que se recorre la barra, que adquiere propiedades magnéticas. Nótese que para frotar en una sola dirección la mano se levanta cada vez que llega al extremo derecho, para iniciar nuevamente el movimiento en la punta izquierda.



Si cortamos un imán en dos obtendremos dos imanes. La mitad que contenía el polo sur "gana" un polo norte en lo que antes era el medio de la barra y la otra mitad "gana" un polo sur. El proceso puede repetirse tanto como queramos, duplicando siempre los imanes. Así como una moneda tiene dos caras, los polos magnéticos siempre aparecen por pares, nunca puede existir un polo aislado.

IMANES FRACCIONARIOS

Cortando un imán por la mitad obtenemos dos imanes. Podemos seguir multiplicando los imanes en forma teóricamente indefinida porque en realidad cada partícula de hierro es un pequeño imán. En una barra sin magnetismo las moléculas están dispuestas al azar, como las limaduras del tubo de ensayo. Si ahora pasamos a lo largo de la barra, siempre en la misma dirección, un polo de otro imán o de un trozo de piedra imán (imán natural, óxido de hierro Fe_3O_4) utilizando siempre un mismo polo, digamos el *norte*, los polos sur de todas las moléculas se orientan siguiendo al polo norte de la piedra imán. Los polos norte y sur de las moléculas vecinas se atraerán recíprocamente (polos opuestos se atraen) y todo el conjunto se dispondrá en una serie de cadenas "NSNSNSNSNSNSNS" como los clavos atraídos por el imán. En el extremo por el cual comenzamos a pasar la piedra imán, las moléculas quedarán con sus polos norte mirando al exterior de la barra. Ése será su polo norte. En el extremo por el cual retirábamos la piedra imán, las últimas moléculas quedarán con sus polos sur enfrentando el exterior de la barra. Ése será el polo sur del nuevo imán.

IMANES NO PERMANENTES

Esta es la lista de las mejores sustancias empleadas cuando se requieren imanes poderosos que no conserven su magnetismo (por ejemplo, en los núcleos de los transformadores). La fuerza para desmagnetizarlos es casi nula.

Material	% en peso, excepto hierro		Imantación máxima	Temperatura de desimantación
Supermalloy	5 79	Molibdeno Níquel	1.000.000	400°C
Sendust	5 10	Aluminio Silicio	120.000	500°C
78 Permalloy	78½	Níquel	100.000	600°C
4-79 Permalloy	4 79	Molibdeno Níquel	100.000	460°C
Aleación 1040	3 14	Molibdeno Cobre	100.000	290°C

Golpeando o calentando la barra, con lo cual se perturba la ordenada distribución "NSNSNS", la barra se desmagnetiza. Como el calor es movimiento molecular, hay una temperatura, el punto de Curie, en que el magnetismo se "borra". En el hierro la temperatura de Curie es de unos 800°C.

BALÍSTICA

La balística es la ciencia que se ocupa del movimiento de los proyectiles; un "proyectil" es cualquier objeto lanzado por el espacio; una flecha, una bala, una bomba o también una piedra. La *balística interior* se ocupa del problema del movimiento del proyectil dentro del arma y de los medios para impulsarlo. La *balística exterior* se ocupa del recorrido o *trayectoria* del proyectil sin poder propulsor propio una vez que ha abandonado el arma. La *balística interior*, lógicamente, se ocupa de los instantes que preceden dicho acontecimiento, es decir, lo que ocurre en el cañón del arma.

LA PROPULSIÓN

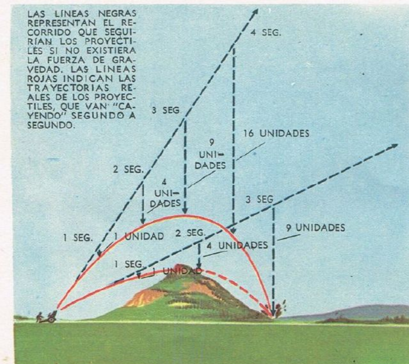
El cañón de cualquier arma puede ser comparado con el cilindro de un motor de combustión interna. En el motor, los gases liberados por la explosión del vapor de gasolina obligan al pistón a moverse. Del mismo modo, los gases liberados por la explosión de la pólvora fuerzan la bala a salir del cañón del arma. La distancia a la cual puede ser enviada está limitada por el impulso de la carga explosiva. Este a su vez está limitado por el calibre (diámetro) del cañón, por la resistencia de los materiales utilizados en su fabricación y la masa de la bala. La ecuación física es la siguiente: por el lado de la pólvora está su fuerza f y el tiempo t durante el cual actúa; se denomina "impulso" y se escribe "$f \times t$". Por el lado de la bala, su masa m y la velocidad v que adquiere; se llama "cantidad de movimiento" y se escribe "$m \times v$". La ecuación es $ft = mv$, o "impulso igual a cantidad de movimiento".

CAÑONES ANTIGUOS

Muchos cañones antiguos eran de un calibre comparable al de los mayores utilizados en la segunda guerra mundial, pero su alcance era insignificante.



Si se representa con una recta el recorrido que seguiría por inercia el proyectil si no existiera la gravedad, y vamos tomando a cada segundo las alturas que va cayendo debido a ella, se obtiene una curva que representa la trayectoria real (en el vacío, sin contar la resistencia del aire). El punto de impacto es donde la curva toca la tierra.



Para una distancia dada, siempre existen dos ángulos de elevación que enviarán el proyectil al lugar deseado. En la práctica puede necesitarse la más alta de las dos trayectorias para salvar el obstáculo de una montaña. Excepción: el ángulo de 45° da el mayor alcance posible, y es único.

En efecto, sus materiales eran imperfectos y una excesiva carga de pólvora hacía reventar frecuentemente al cañón. Otro factor era la falta de ajuste entre la bala y el cañón (huelgo) lo que causaba un escape de gas alrededor de la bala (que era siempre de forma esférica) y la consiguiente pérdida de potencia.

PROYECTILES ACTUALES

En el siglo diecinueve este último problema fue reducido con los proyectiles cilíndricos, no esféricos. Pero el proyectil cilíndrico rodaba por el aire y las probabilidades de que cayera en forma correcta (con la punta primero) eran sumamente escasas: entonces se le impartió un movimiento de rotación alrededor del eje. Para ello se calaron en el cañón unas guías helicoidales en las cuales encajaba una banda de metal blando colocada alrededor del proyectil.

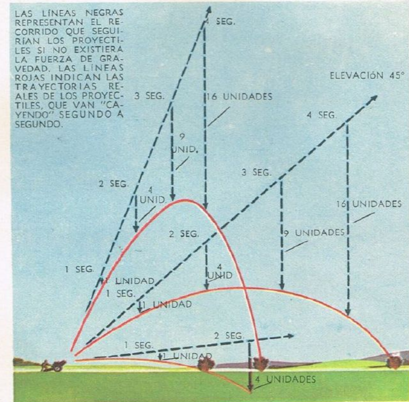
TRAYECTORIA

Cualquier proyectil arrojado al aire cae hacia el suelo. Ya el hombre de las cavernas sabía que para dar en el blanco había que apuntar con la piedra o con la lanza por encima de él. El ángulo exacto se obtenía por experiencia e instinto. Del mismo modo, el antiguo artillero apuntaba su cañón a los mástiles del buque enemigo para acertar a la línea de flotación. Pero esos métodos de "tanteo" son de poca utilidad para el artillero moderno que por lo general "apunta" a un blanco que ni siquiera ve.

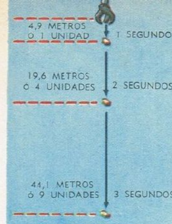
LA INERCIA

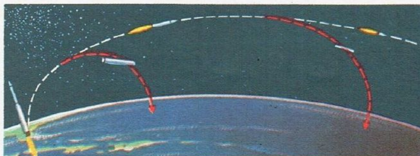
Fue el gran sabio italiano Galileo el primero que dio los elementos mediante los cuales iba a ser posible calcular una trayectoria por anticipado. Cuando la bala deja el cañón se dirige (por inercia) en línea recta hacia donde éste apunta, y suponiendo que no existiera la resistencia del aire el proyectil proseguiría siempre con la misma velocidad con que salió del arma. Pero al mismo tiempo cae hacia tierra, atraído por la fuerza de gravedad. Galileo comprendió que para saber donde está el proyectil después de un tiempo determinado hay que combinar el recorrido que por inercia avanzó en línea recta en ese intervalo y la altura que, en el mismo tiempo, cayó hacia tierra.

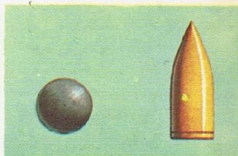
Las líneas negras representan el recorrido que seguirían los proyectiles si no existiera la fuerza de gravedad. Las líneas rojas indican las trayectorias reales de los proyectiles.



El alcance máximo de un cañón se obtiene, en teoría, con una elevación de 45°. En la práctica el ángulo podrá ser ligeramente mayor, porque con la altura la resistencia del aire, mucho más tenue, es menor. Esto vale para la artillería de gran alcance.







Un objeto en caída libre experimenta una aceleración constante. Cada segundo su velocidad aumenta en casi 10 metros.

Derecha: La forma del proyectil es un factor importante en balística debido a la resistencia del aire. Izquierda: La trayectoria de un cohete es sumamente difícil de calcular porque debido a su autopropulsión alcanza su velocidad máxima cuando ya se halla en vuelo. Si el cohete se compone de varias etapas, las complicaciones aumentan enormemente.

LA CAÍDA

Hasta entonces, todos suponían que los cuerpos más pesados caían hacia tierra con mayor velocidad, pero Galileo demostró que dos pesos diferentes que caen desde la misma altura llegan juntos a tierra si no se tiene en cuenta la resistencia del aire. También observó, dejando rodar pequeñas esferas por un plano inclinado, que la velocidad que adquieren es proporcional a la altura vertical de caída. Es decir, la caída es *acelerada*, y esa aceleración es constante cualquiera sea su peso (siempre dejando de lado la resistencia del aire, que si bien tiene importancia en la caída de una pluma, es proporcionalmente menor en la caída de una bala de cañón). Observó que los objetos, en dos segundos, caen una distancia cuatro veces mayor que la recorrida en un segundo, nueve veces mayor en tres segundos, y así sucesivamente. El aumento real de la velocidad de caída (aceleración) es de 9,81 m. por segundo en cada segundo.

LA PARÁBOLA DE CAÍDA

Si dibujamos primero la línea recta que recorrería el proyectil si no existiera la gravedad y luego consideramos lo que hubiera caído en cada intervalo de tiempo, el resultado será la trayectoria real del proyectil en el vacío. Como es la combinación de dos movimientos independientes, uno en línea recta y a velocidad constante y el otro siempre vertical y acelerado, la trayectoria toma la forma de una curva denominada *parábola*. El tipo de parábola depende del ángulo de elevación del arma.
Conocidas la velocidad del proyectil y el ángulo de elevación del cañón es posible determinar por anticipado la trayectoria. El cálculo puede realizarse al revés, es decir, conocida la distancia a la cual se encuentra el blanco y la velocidad del proyectil, determinar el ángulo de elevación necesario para dar en el blanco. Los expertos han compilado tablas que ahorran esos cálculos.

CÁLCULOS CONCRETOS

En primer lugar, hay que considerar el tamaño, peso y forma del proyectil: todos estos factores están agrupados en lo que se denomina *coeficiente balístico patrón*, que mide la capacidad de "vuelo" del proyectil. Un factor más difícil de calcular es la resistencia del aire. Para una bala esférica relativamente lenta, esta influencia es despreciable, pero en el caso de los proyectiles modernos de alta velocidad, provoca una gran diferencia.
La resistencia del aire aumenta en proporción al cuadrado de la velocidad hasta los 800 Km. por hora, pero luego crece rápidamente, a medida que nos acercamos a la velocidad del sonido (unos 1.300 Km. por hora). El resultado es que la trayectoria de, digamos, una bala de rifle, que se desplaza a más de 600 m. por segundo (bastante más que los 330 m. por segundo de la velocidad del sonido), no se parece en nada a la sencilla parábola teórica y requiere muchos cálculos. Si un artillero moderno basara sus cálculos en la trayectoria parabólica todos sus disparos serían demasiado "cortos", porque no tendría en cuenta el frenamiento del aire.

LAS MIRAS

En un fusil, las miras eliminan la necesidad de apuntar por encima del blanco, pues señalan el ángulo adecuado a la distancia de tiro. Cuando la mira enfoca el blanco el cañón del fusil está apuntando hacia arriba para contrarrestar la caída de la bala.

CALCULADORES

Los cañones antiaéreos emplean complicados aparatos mecánicos y electrónicos para calcular y tomar en consideración los movimientos del avión enemigo y del aire durante el corto lapso que tarda la bala para llegar hasta su objetivo y explorar. Cuando el cañón se instala en otro avión las cosas se complican.
El papel de la balística ha sido importante en el desarrollo del bombardeo de altura. Para lanzar una bomba hay que considerar la posición y velocidad del avión y la velocidad del viento sobre el blanco. En los últimos tiempos se han perfeccionado bombas guiadas por control remoto. Existen proyectiles con controles giroscópicos totalmente automáticos.
El cohete, que difiere del proyectil común en el hecho de que lleva su propio carburante o "propergol", plantea difíciles problemas. La bala de un arma de fuego alcanza su velocidad máxima cerca de la boca del arma. De allí en adelante su velocidad se puede considerar constante, salvo los efectos de la gravedad, la resistencia del aire, etc. Pero un cohete acelera hasta su velocidad máxima en forma gradual mientras se encamina hacia el blanco. Esto hace que la primera parte de su trayectoria sea muy difícil de calcular. Una vez consumido su combustible, la trayectoria se calcula del mismo modo que la de un proyectil común. Esto no sólo interesa los proyectiles intercontinentales, sino también los vulgares "bazookas".

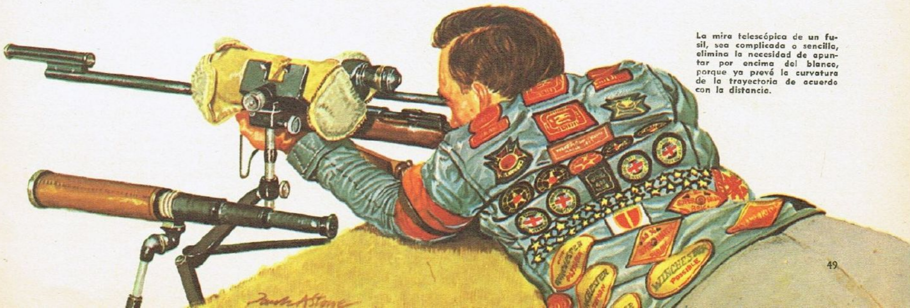
CÁLCULOS PARA EL LECTOR

Quizá le sorprenda que, si la velocidad de caída aumenta (en números redondos) en 10 metros por segundo a cada segundo, al cabo de un segundo el cuerpo haya caído sólo 5 metros. Pero no olvide que *comenzó a caer con una velocidad igual a cero*. Los 5 m. son un *promedio*. En la caída simple, si e es el espacio recorrido, a la aceleración (10 m./seg.^{2}) y t el tiempo, se demuestra que el recorrido es $e = \frac{at^2}{2}$. Por lo tanto los espacios recorridos serían:

$$1 \text{ segundo, } e = \frac{10 \times 1}{2} = 5 \text{ metros}$$

$$2 \text{ segundos, } e = \frac{10 \times 2^2}{2} = 20 \text{ metros}$$

$$3 \text{ segundos, } e = \frac{10 \times 3^2}{2} = 45 \text{ metros}$$



La mira telescópica de un fusil, sea complicada o sencilla, elimina la necesidad de apuntar por encima del blanco, porque ya prevé la curvatura de la trayectoria de acuerdo con la distancia.

LOS SERES UNICELULARES

Las plantas y los animales están constituidos por diminutas unidades, las células. El cuerpo humano contiene muchos millones de millones de células –hay casi cinco millones y medio en un milímetro cúbico de sangre–, de la que el cuerpo humano contiene más de cinco litros.

Y sin embargo, algunos animales y plantas son unicelulares. Las funciones que en los organismos multicelulares son tareas separadas de diversas clases de células, en el unicelular están todas a cargo de una sola. No es sorprendente entonces que muchas plantas y animales unicelulares sean extremadamente diversos y complejos.

Se llaman protozoarios los animales unicelulares; las plantas unicelulares o protofitas incluyen las bacterias y ciertas clases de algas. Sin embargo, hay una cantidad de seres vivos que se encuentran en la línea divisoria entre el reino vegetal y el animal.

El grupo de los seres unicelulares es bastante heterogéneo. Comprende por ejemplo ciertos flagelados que pueden convertirse en amibas o en algas. Las levaduras son, por su estado unicelular, "protistas", pero algunos de sus caracteres hacen que el botanista las incorpore a los hongos. Los flagelados actuales son un puente de unión entre animales y vegetales.

Habitualmente se cree que los animales pueden moverse de un lado a otro mientras que las plantas están inmóviles, fijas. Sin embargo, muchos animales unicelulares no se mueven y hay plantas unicelulares que poseen unos látigos o "flagelos" para su propulsión.

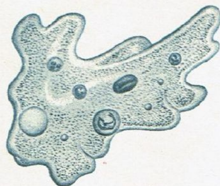
¿PLANTAS O ANIMALES?

Un factor que ayuda a determinar a qué reino pertenece un organismo es su forma de alimentarse. Las plantas verdes elaboran su propio alimento partiendo de sustancias simples, principalmente agua y bióxido de carbono; los animales no pueden sintetizar su propia sustancia y deben ingerir otros animales o plantas, descomponer someramente las moléculas complejas que los forman y reorganizar esas fracciones para edificar su propia materia. Pero semejante criterio no es aplicable en todos los casos. Por ejemplo, entre las diversas variedades de *euglena* algunas son verdes y producen alimentos como las plantas; otras son incoloras y absorben partículas de alimento disueltas en el agua. Otro grupo curioso de animales-planta son los *crisomonados*. El mismo crisomonado puede tomar la apariencia de una ameba (que es un animal), de un alga (que es una planta) o puede convertirse en una criatura incolora como la euglena que se nutre de alimentos sólidos como un animal típico.

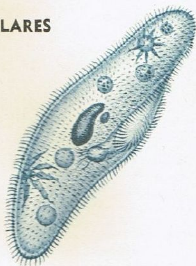
El criterio distintivo es la utilización de la energía. Los vegetales pueden incorporar la energía del sol a los compuestos que fabrican. Los animales destruyen esas sustancias, liberan la energía que encierran y la utilizan para su movilidad.

La *respiración* es muy simple. Se hace por difusión. La *excreción* también: las vacuolas contráctiles, que expulsan agua rítmicamente, son sólo bombas que eliminan el exceso de agua que constantemente penetra por ósmosis. El *movimiento* se logra con cilias, flagelos y seudópodos, ya explicados en una nota anterior.

ANIMALES UNICELULARES







AMEBA

La ameba es un animal que apenas puede observarse a simple vista. Masa gelatinosa irregular muy semejante a la clara de huevo, vive en el agua dulce, se alimenta de diatomeas y otras diminutas plantas de las que se apodera extendiendo pequeñas prolongaciones (seudópodos) que rodean al alimento, el cual queda así en el interior de la célula y es digerido. Para avanzar, la ameba emite seudópodos hacia adelante y encoge las partes posteriores; así se "escurre" o desliza a través del agua. En su interior hay una burbuja, llamada "vacuola contráctil", pulsante, que crece de tamaño absorbiendo agua del protoplasma o "gelatina" que la rodea; luego expulsa el agua.

GLOBIGERINA

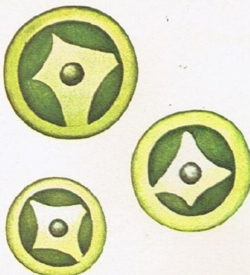
La globigerina o foraminífero perforado está emparentada con la ameba, pero posee una cubierta calcárea compuesta de varias esferas con perforaciones. De ellas emergen finos hilos de protoplasma (la sustancia viva semejante a "gelatina" que forma la parte viviente del animal), barba viviente en la cual quedan atrapadas las pequeñas plantas que le sirven de alimento. La globigerina flota en grandes cantidades en las aguas superficiales de los mares cálidos. Las caparazones vacías de los foraminíferos muertos caen lentamente al fondo del mar, donde forman un barro grisáceo que se convierte en tiza. Los blancos acantilados de Dover se componen de foraminíferos fósiles.

PARAMECIO

El paramecio, animalito con forma fija semejante a una suela, mide alrededor de ¼ de milímetro y vive en las aguas estancadas. Posee una cubierta exterior firme pero flexible con hexágonos en su superficie. En el centro de cada hexágono hay un corto pelo o cilia, en total unos 2.500, que cubren toda su superficie. Las cilias laten rítmicamente. Su movimiento es oblicuo, y así el animal gira mientras avanza. La coordinación es buena y el paramecio es capaz de cambiar de rumbo. En un costado de la célula hay una boca, por la que entra agua con partículas de alimento. Un sistema de filamentos asegura la coordinación: si se lo destruye, los movimientos son anárquicos.

PLANTAS UNICELULARES







COSCINODISCO

El coscinodisco es una diminuta planta pardoverdusca perteneciente a las diatomeas, algas microscópicas unicelulares que poseen una membrana dura impregnada de sílice y dividida en dos valvas. Ambas valvas encajan como la base y la tapa de una cajita y poseen ranuras y orificios tan pequeños que sólo son visibles con los microscopios más poderosos. El coscinodisco vive en la superficie de las aguas del mar donde flota a merced de la corriente. En su interior hay varios cuerpos pardoverduscos con clorofila que son los que producen el alimento.

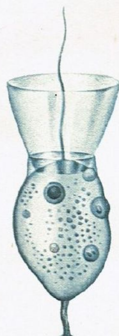
PLEUROCOCO

El pleurococo es una pequeñísima alga unicelular esférica que forma las manchas verdes de los árboles, cercas de madera y paredes. La gruesa pared celular está formada por una sustancia construida a base de almidón: la celulosa. La molécula de celulosa resulta de agrupar centenares de moléculas de almidón.
El protoplasma tapiza la pared celular y se conecta mediante filamentos con el núcleo situado en el centro de la célula. Hay un solo cuerpo verde productor de alimentos; se lo llama cloroplasto, como en las demás plantas verdes.

CLOSTERIO

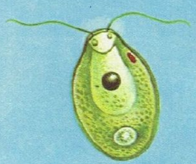
El closterio es una minúscula planta verde que vive en el agua. Pertenece al grupo de las "desmidiales", a menudo capaces de segregar "mucus" y desplazarse tambaleándose. Se compone de dos mitades simétricas o valvas, en cada una de las cuales hay un gran cloroplasto que contiene clorofila y sintetiza alimento.
El núcleo ocupa una posición central entre ambos cloroplastos.

CASOS LIMÍTROFES



MONOSIGA

La monosiga es un animal que vive en el agua y permanece fijo al fondo mediante un corto tallo. Posee un largo flagelo semejante a un látigo que agita para atraer partículas de alimento (principalmente bacterias) hacia la parte exterior de un cuello pegajoso y en forma de vaso.



CLAMIDOMONA

La clamidomona es un flagelado en el límite entre los reinos vegetal y animal. Mide alrededor de 2/100 de milímetro y puede ser redonda u ovalada. Posee un cuerpo que produce alimentos y acumula energía solar pues contiene clorofila; se traslada moviendo un par de flagelos y se mantiene orientado de modo de recibir siempre una cantidad adecuada de luz, pues como todas las plantas verdes la clamidomona fabrica su alimento a partir del agua y anhídrido carbónico con ayuda de la luz solar. Para orientarse utiliza un ojo rudimentario, simple punto rojo sensible a la luz. El cuerpo oscuro redondo es el núcleo, que controla el funcionamiento de la célula. Hay flagelados que son evidentemente animales, como los tripanosomas, parásitos de la sangre.



EUGLENA

La euglena, flagelado típico, mide alrededor de un décimo de milímetro y vive en estanques. La clorofila le da una coloración verde; como todas las plantas de ese color fabrica su alimento con agua, anhídrido carbónico y energía solar. Posee un solo flagelo en uno de sus extremos; lo agita para moverse. Algunos tipos de euglena son incoloros y se alimentan de sustancias disueltas en el agua. Otras formas emparentadas con ella se nutren de partículas orgánicas sólidas como típicos animales. Todavía se discute si la euglena es planta o animal. Ninguna euglena es totalmente autótrofa, es decir, capaz de alimentarse independientemente de otro ser vivo o de sustancias orgánicas (cuando se la cultiva, conviene añadir aminoácidos al medio nutricio).

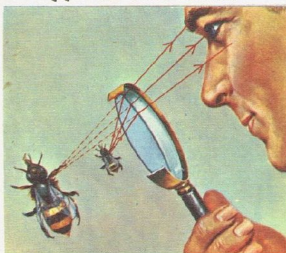
EL MANEJO DEL MICROSCOPIO

Leeuwenhoek realizó geniales descubrimientos con una simple lupa. ¿Por qué no continuar perfeccionándola? *Teóricamente* con una lupa pueden lograrse aumentos enormes. Pero en la práctica los rayos que entran por los costados deforman el objeto: sólo los rayos centrales son útiles. Las lupas grandes son de escaso aumento; las que usaba Leeuwenhoek eran bolitas esféricas, pero tenía que "diafragmar", o sea usar sólo la visión central para obtener una imagen nítida.

EL MICROSCOPIO COMPUESTO

La solución era evidente: obtener, con una lente, una imagen magnificada. Y luego, con otra lente, una imagen agrandada de esa primera imagen. Éste es el principio del microscopio compuesto, o simplemente "microscopio". Su importancia científica fue enorme.

¿QUÉ ES UNA LENTE?



Una lente simple es una pieza de vidrio pulido (u otro material transparente, como poliestireno o metacrilato de metilo) más gruesa en el centro que en sus bordes. La lupa es un ejemplo familiar. Ambas caras son convexas (o sólo una de ellas), y recibe el nombre de lente convergente. Los rayos de luz emitidos por un objeto, que llegan al ojo luego de pasar por la lupa, se desvían y parecen provenir de un punto más alejado pero también de una imagen más grande. La imagen se forma más allá del objeto, por lo que éste se encuentra entre la lupa y la imagen: la imagen es aquí virtual porque los rayos parecen provenir de ella, pero salen del objeto.

EL AUMENTO

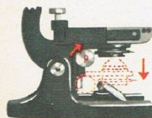
Al hablar de un aumento de "100 diámetros" nos referimos a dimensiones longitudinales. La amplificación de las superficies es el *cuadrado* del aumento del diámetro: en el caso del ejemplo, un aumento de 100 significa 100 veces el ancho y 100 veces el largo, o sea 10.000 veces la superficie.
El poder de amplificación puede variar desde 12 x hasta 3.000 x, aproximadamente. La mayor parte de la amplificación ocurre en el objetivo. Con un objetivo 50 x y un ocular 4 x se obtiene una amplificación 200 x.

CÓMO SE OBSERVA

Los objetos que se observan con el microscopio deben ser traslúcidos; la luz pasa *a través* de ellos y luego por las lentes del objetivo y del ocular, que amplían la imagen que llega a los ojos. La luz se concentra en el objeto mediante un espejo y un condensador colocado debajo de él, pasa por un agujero de la platina, donde se coloca el portaobjetos de vidrio que contiene al objeto. El objetivo forma una imagen amplificada del objeto.
Esta imagen pasa al ocular, que la amplía aún más, y de ahí llega al ojo del observador situado sobre el ocular.
El microscopio observa por transparencia, porque el objetivo casi toca el objeto a observar, y no queda lugar para la iluminación. Una delgadísima lámina de vidrio, el cubreobjeto, protege el preparado del contacto con el objetivo.

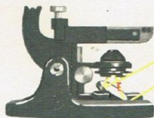
EL MICROSCOPIO USUAL

El número de lentes reales es mayor que el ideal: se usan materiales diferentes para compensar la *aberración cromática* (halos de color) y la *aberración de esfericidad* (deformación en los bordes).
El instrumento de la figura mayor es un microscopio compuesto, llamado así porque utiliza varias lentes en lugar de una sola. En el tubo del ocular suele haber dos lentes, uno en cada extremo. En el objetivo puede haber hasta 10 lentes, para evitar distorsiones y halos de color, como puede ocurrir cuando se usa una sola lente. El microscopio que se muestra posee tres objetivos intercambiables, pero los hay de uno solo, de dos y de cuatro objetivos (cada uno de los cuales da diferente aumento). Están colocados en una pieza giratoria y pueden utilizarse indistintamente.



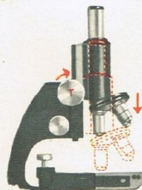
AJUSTE DEL CONDENSADOR

El condensador puede desplazarse hacia arriba o hacia abajo mediante una pequeña perilla P, hasta obtener una iluminación uniforme.



AJUSTE DEL ESPEJO

Variando la inclinación del espejo plano - cóncavo E se dirige la luz a través del objeto. Si se usa luz diurna, debe evitarse la solar directa.



ENFOQUE DE POCA POTENCIA

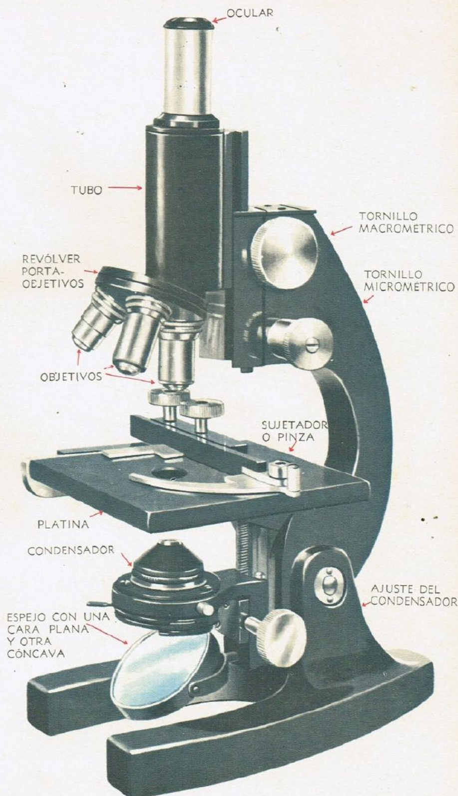
Bájese primero el tubo, hasta casi tocar el cubreobjeto, mediante el tornillo macrométrico T. Luego súbase lentamente hasta enfocar.

PRECAUCIONES

Hay una serie de normas que deben respetarse para el buen uso y cuidado del microscopio. • El portaobjetos con el preparado que se desea observar se coloca sobre la platina y se asegura con pinzas. • Para enfocar el objeto es importante bajar primero el tubo con el tornillo macrométrico T (ajuste grueso) hasta *casi* tocar el cubreobjeto (pieza que protege el preparado). • Luego se enfoca mediante el mismo tornillo, pero *haciendo subir* el tubo. • Cuando se utiliza el objetivo de poca potencia sólo se necesitará emplear el tornillo macrométrico, pero con el de mayor potencia será necesario usar el tornillo micrométrico (ajuste fino) una vez que se haya enfocado aproximadamente con el primero. • Recuérdese que para enfocar se *eleva* siempre el tubo. Así se evitará el dañar el objetivo apretándolo contra el preparado. • Es muy importante ajustar la iluminación para lograr un campo uniforme. El espejo tiene una cara plana y otra cóncava. Si el microscopio posee condensador, se usará la cara plana del espejo para dirigir la luz hacia él. • Las lentes sólo deben limpiarse con gamuza, y si es necesario eliminar alguna suciedad, humedecerlas previamente con alcohol puro.

COMPLEMENTOS

• El ajuste es importante. Un micrón en más o en menos, y se pierde la imagen. De allí que el tornillo micrométrico esté muy desmultiplicado. • El soporte es fundamental. • El *estativo* del microscopio es exacto, pesado y estable. • Los movimientos laterales son importantes, y hay tornillos especiales para ello. • Para contar glóbulos rojos y no "perderse" existen cubreobjetos cuadriculados: se anota el número de hematíes en cada cuadrado, y se suma. • El principiante busca siempre el gran aumento. Debe comenzar con los aumentos menores, que le brindarán más amplitud y profundidad de campo, además de facilidad de enfoque. • Cuando el objeto es opaco (en metalografía, por ejemplo) la solución consiste en enviar la luz a través del objetivo mismo, por una abertura lateral en la que hay un espejo o prisma de reflexión total. • La imagen que da el microscopio es invertida, pero la práctica enseña a mover hacia la izquierda si se desea desplazar la imagen a la derecha, y viceversa. • Los microscopios binoculares (con dos oculares) son, además de cómodos, admirables: sus imágenes presentan un relieve desacostumbrado que asombra a los que las contemplan por primera vez.



Vista con aumento escaso



Aumento de 15 diámetros. Células dispersas en un trozo de cartílago.

Vista con aumento intermedio

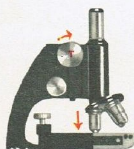


Aumento de 100 diámetros. Es posible ver las células individuales en el cartílago.

Vista con aumento considerable



Aumento de 300 diámetros. Pueden verse detalles interiores de las células.



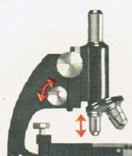
ENFOQUE DE ALTO PODER

Muévase el tornillo macrométrico T hacia adelante hasta que el tubo del objetivo casi toque el cubreobjeto como en el caso anterior. Muévase lentamente el tornillo macrométrico T hacia atrás haciendo subir el tubo del objetivo hasta obtener un enfoque aproximado del objeto a observar.



Obtenido un primer enfoque, hágase girar lentamente el tornillo micrométrico t hasta lograr ver nítidamente el objeto.

Es muy conveniente tener en cuenta todas estas indicaciones para un buen empleo del microscopio, evitando, así, errores.



FUERZA Y ACELERACIÓN

DINÁMICA

"Cuando una fuerza actúa sobre un cuerpo le imprime una aceleración directamente proporcional a la intensidad de la fuerza e inversamente proporcional a la masa del cuerpo"



Las fuerzas que empujan el automóvil y la bicicleta son aproximadamente las mismas. Pero como la masa (o peso, aproximadamente) de la bicicleta es menor que la del coche, puede empujarse más rápidamente y aumentará de velocidad en menos tiempo.

Comencemos por recordar varias de las más importantes definiciones básicas: Una *fuerza* es cualquier agente externo capaz de alterar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo (de movimiento uniforme y rectilíneo, como vimos al estudiar el principio de inercia). El *peso* es una fuerza; un *resorte* ejerce una fuerza; la fricción es una fuerza.

La *aceleración* es el aumento (o disminución) de la velocidad. Cuando un cuerpo cae libremente en el vacío, su velocidad aumenta, *cada segundo*, en 981 centímetros por segundo. Al final del primer segundo su velocidad es de 9,81 metros por segundo; al final del segundo segundo, su velocidad es el doble: 19,62 metros por segundo; al final del tercero, su velocidad es 981 cm. mayor: 29,43 metros por segundo.

En otras palabras, cada segundo su velocidad aumenta en 981 cm. por segundo. Se dice entonces que la aceleración de la gravedad es de "981 centímetros por segundo y por segundo" (matemáticamente, 981 cm./seg.^{2}).

La aceleración es proporcional a la fuerza

Supongamos que no varía la masa (que, como vimos, es la medida de la inercia). Pues bien, una fuerza doble comunicará una aceleración doble. La "fuerza" puede ser la energía con que pedalea un ciclista, la explosión de la pólvora de un cañón, el combustible de un cohete, el motor de un automóvil. Cuanto mayor sea la fuerza, en *tanto menos tiempo se alcanzará determinada velocidad*. Aquí la proporción es directa.

La aceleración es inversa a la masa

Este enunciado no tiene nada de sorprendente. Una masa doble es lo mismo que dos masas simples, y mover ambas equivale, para la fuerza actuante, a dividirse en dos mitades. Ejemplo: un resorte comunicará en el mismo tiempo, una velocidad mayor a una bola hueca que a otra maciza del mismo volumen y material. Con el mismo motor, un bote chico alcanzará una velocidad mayor que uno grande (llegado a cierto límite el rozamiento equilibra la potencia de un motor). Aquí la relación aceleración-masa es inversa.

Unidades

La de longitud es el centímetro, y la de tiempo el segundo; la de masa el gramo (recordemos que la masa se *mide* por el peso, sin ser lo mismo que él). La de velocidad será el centímetro por segundo (cm./seg.). La de aceleración, el aumento de velocidad de un centímetro por segundo cada segundo, o sea el centímetro por segundo y por segundo (cm./seg.^{2}) ¿Y la unidad de fuerza? Será la que imprima, a la masa de un gramo, una aceleración de 1 centímetro por segundo cada segundo. Se llama *dina* y es extremadamente pequeña (se la expresa así: $1 \text{ dina} = 1 \text{ g.} \times \frac{1 \text{ cm.}}{1 \text{ seg.}^2}$).

En la práctica se usa el kilogramo, que equivale a una aceleración de 981 cm./seg.^{2} impresa a una masa de 1.000 g., o sea 981.000 dinas.

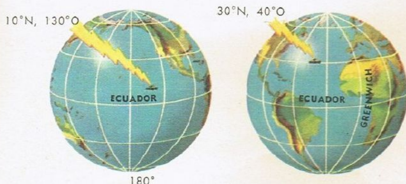
La ley de las aceleraciones

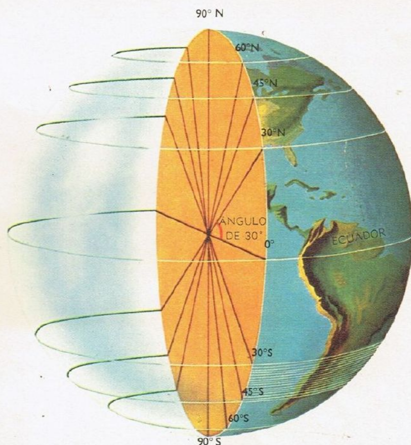
La combinación de las dos partes de la ley conduce a decir que: "la fuerza que actúa sobre un cuerpo es proporcional a la masa del cuerpo y a la aceleración que produce sobre él". Es igual a la *masa* multiplicada por la aceleración, si se emplean las unidades científicas adecuadas. Si llamamos a a la aceleración, m a la masa y f a la fuerza, tendremos $a = f/m$, o bien $f = m \times a$, o bien $m = f/a$.

La aceleración es proporcional a la fuerza que la produce, como ya indicamos en el parágrafo "la ley de las aceleraciones". Todos los ciclistas son de masa similar, pero el ganador consigue la mayor aceleración en el tramo final pues ejerce sobre los pedales más fuerza que sus competidores.



LATITUD Y LONGITUD





Las líneas de latitud (paralelos) son circunferencias paralelas al ecuador. Van de 0° a 90° del ecuador al polo norte y lo mismo al polo sur. Así, el paralelo 30°N forma un ángulo de 30° con el ecuador en el centro de la Tierra. Un grado de latitud equivale a 111 km. salvo cerca de los polos, donde debido al ligero achatamiento de la Tierra, es de algo más.

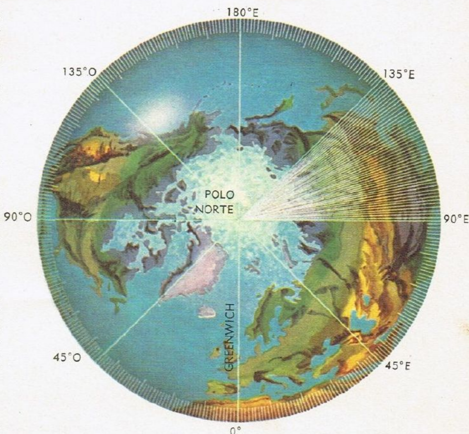
En el mar no hay puntos fijos de referencia. Para determinar la posición de cualquier lugar se utilizan líneas imaginarias llamadas *latitud* y *longitud*.
La primera (paralelo) es una circunferencia paralela al ecuador; la segunda es un círculo máximo que va de polo a polo (meridiano). A cada punto corresponde cierta latitud y cierta longitud. En la figura superior derecha se ve cómo se establece una línea de latitud (o paralelo): tomando como origen el ecuador, se divide en 90° el cuarto de circunferencia que va de éste al polo. Para ubicar las líneas de longitud (meridianos) se tomó como referencia el que pasa por el observatorio de Greenwich, Inglaterra. La longitud se cuenta a partir de allí de 0° a 180° hacia el Este y de 0° a 180° hacia el Oeste, respectivamente; allí, en los 180°, ambos meridianos coinciden.
Al indicar su latitud y su longitud un navegante puede señalar exactamente su posición en forma comprensible para todos (por ejemplo: 10° N y 130° O).

COORDENADAS PRÁCTICAS

Cuando un navegante del siglo pasado deseaba determinar la posición de su barco procedía así:
Latitud. — Utilizaba el cielo. En efecto, en los polos, el polo celeste o intersección del eje de la Tierra con la esfera celestial está verticalmente sobre el observador. En las otras latitudes está algo inclinado: la latitud o *declinación* de un punto es la altura del polo celestial sobre el horizonte (en la práctica, el horizonte era dado por un nivel, y el polo se deducía a partir de cualquier objeto celestial conocido).
Longitud. — Vimos que la hora es una medida de la longitud. Excepto la brújula, muy imprecisa, el reloj, que mide la diferencia tiempo entre el meridiano de Greenwich y el del lugar, sigue siendo esencial. Las señales de radio son la manera moderna de averiguar ese intervalo. Si en Greenwich son las 12 del día y en el punto donde está el barco son sólo las nueve, la nave está a 45° Oeste (15° por hora).

CÁLCULOS PARA EL LECTOR

El metro es la diezmillonésima parte de un cuarto de meridiano. El ecuador, como los meridianos, es un círculo máximo pues su plano pasa por el centro de la Tierra. Su longitud es por lo tanto de 40.000 km. Y como se divide en 360°, cada grado mide 111 km. 111 m. Esto es válido también para los meridianos. Pero en los paralelos hay que multiplicar (con una tabla trigonométrica) esa cantidad por el valor natural del coseno de la latitud.



Las líneas de longitud (meridianos) van de polo a polo y cortan a los paralelos en ángulo recto. Van de 0° a 180° hacia el Este y el Oeste a partir del meridiano de origen (que pasa por el observatorio de Greenwich, Londres). La distancia entre dos meridianos separados un grado varía desde 0 km. en el polo hasta 111 km. en el ecuador.

GUERICKE, precursor de la técnica del vacío

Otto von Guericke (1602-1686)

La época de Guericke fue de gran curiosidad científica: Galileo, Torricelli y Pascal revelaron la presión atmosférica y crearon el barómetro, instrumento que pronto se hizo célebre. El sabio se interesó por los fenómenos del vacío, y vio, con asombro, que tres hombres no podían extraer con una jeringa el agua de un tonel herméticamente cerrado.

Hijo de un magistrado, Guericke estudió derecho y matemáticas y fue ingeniero militar del rey de Suecia; luego, de 1646 a 1681, fue burgomaestre de su ciudad natal, Magdeburgo. Allí creó la bomba de vacío que lo inmortalizaría. En sus relatos, publicados en 1672, nos dice que tardó quince años en perfeccionarla.

LAS ESFERAS DE MAGDEBURGO

En 1654, vino el gran experimento. Construyó dos semiesferas metálicas, huecas, ajustables, y extrajo parcialmente el aire de su interior. La presión atmosférica exterior las mantenía unidas. Para demostrar la magnitud de esta fuerza, enganchó *ocho caballos a cada semiesfera, pero a duras penas lograron separarlas.* El experimento se repitió en Regensburgo, ante la corte del emperador Fernando III. Después del experimento de "los hemisferios de Magdeburgo" los hombres de ciencia comprendieron mucho mejor la importancia de la presión atmosférica.

EL INVESTIGADOR

Fue un espíritu universal. Estudió el peso del aire y su elasticidad. Observó que en un recinto cerrado la combustión se extinguía. Notó que en el vacío el sonido no se transmite. Creó también la primera máquina de producción continua de electricidad. Consistía en un globo de azufre, giratorio, que se frotaba con la mano. Pero a pesar de ser tan primitiva, fue con ella que la electricidad se convirtió en una realidad física.

EL VACÍO

Sus aplicaciones actuales son innumerables. Sin vacío no habría alumbrado eléctrico, ni radiofonía, ni penicilina, ni microscopios electrónicos. Tampoco habría bomba atómica. El vacío nunca es absoluto: el más extremo que se ha logrado, de *0,000 000 000 000 000 1* atmósfera, contiene aún 2.700 moléculas por cm³. Contado en moléculas es mucho, pero un cubo de 1.000 m. de lado, lleno de hidrógeno, a esa presión contendría sólo unos *2/100 de miligramos.* Los vacíos interestelares no mejoran mucho este registro: los más extremos sólo presentan una rarefacción 1.000 veces mayor.



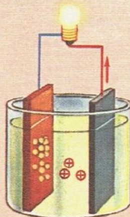
El espectacular experimento llamado "de Magdeburgo", en realidad llevado a cabo ante la Dieta reunida en Ratisbona. Dos poderosos tiros de ocho caballos cada uno a duras penas consiguieron separar dos hemisferios de unos 80 cm. de diámetro. La presión del aire exterior de 1 kg. 033 por cm²., mucho mayor que la del interior de la esfera, mantenía unidas ambas mitades (la superficie de un "círculo" de 80 cm. de diámetro es de unos 5.000 cm².).

ELECTRICIDAD DE ORIGEN QUÍMICO

La corriente eléctrica es una "brisa", un arrastre lento de electrones con carga negativa. En los buenos conductores, como por ejemplo en el cobre, algunos electrones están unidos muy débilmente a los núcleos atómicos. Son electrones vagabundos, llamados "electrones libres". Su presencia decide si un cuerpo es conductor o no lo es. Cuando en un conductor creamos una "presión" eléctrica, haciendo que en un extremo haya gran concentración de electrones (o sea una carga negativa) y en el otro átomos con defecto de electrones (cargados positivamente), los electrones irán saltando de átomo en átomo a lo largo del cable para restablecer el equilibrio.

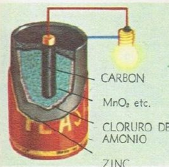
LA CORRIENTE ELÉCTRICA NO ES ALMACENABLE

La electricidad usual nos llega por cables desde la central eléctrica. Pero la corriente no puede almacenarse en "tanques" del mismo modo que el agua, pues no es más que el movimiento de los electrones bajo la influencia de una "presión" o diferencia de tensión, o "voltaje", o "fuerza electromotriz". Por eso, cuando necesitamos accionar pequeños aparatos, como linternas o radiorreceptores no conectados con la central eléctrica, empleamos pilas secas y acumuladores. En éstos la electricidad se produce químicamente.



LA PILA DE VOLTA

Si colocamos **dos** placas de metales **diferentes** en un recipiente con agua acidulada (puede ser una placa metálica y otra de carbono), el ácido ataca al metal y se produce una serie de complicadas reacciones químicas. El ácido toma átomos de una de las placas metálicas y en cambio libera los átomos de hidrógeno que lo constituían, pero los electrones del hidrógeno quedan en la placa, que por eso se sobrecarga negativamente. Los átomos de hidrógeno sin electrón (**iones hidrógeno**) recuperan sus electrones a costa de la segunda placa, que entonces queda cargada positivamente. En conjunto sucede como si los electrones de la segunda placa pasaran a la primera. Si están unidos a un circuito exterior, circulará una corriente eléctrica de la primera a la segunda. Hay un inconveniente en este fenómeno. Los átomos de hidrógeno (ya completos) se adhieren a la segunda placa formando una capa aislante y en cuestión de segundos impiden el acercamiento de nuevos iones, deteniéndose completamente la reacción. Para evitarlo, en la práctica se agrega una sustancia química que se combina fácilmente con el hidrógeno y lo elimina de la placa. También se suele reemplazar el ácido sulfúrico por cloruro de amonio, sustancia de manipulación mucho menos peligrosa. Existen otras pilas húmedas: la de **Weston**, de cadmio y mercurio, muy constante y estable a temperatura fija: suele ser de vidrio y se la emplea para comparar voltajes. La pila de **Lalande** no usa ácido, sino sosa cáustica, zinc y óxido de cobre. Trabaja bien en frío. Su densidad es baja.



LA PILA SECA

La pila seca consiste en un receptáculo de zinc ("placa" negativa de la pila) en cuyo interior hay una varilla de carbón rodeada de una mezcla de polvo de carbón, bióxido de manganeso (MnO_2), cloruro de amonio y cloruro de zinc en agua. La reacción química entre el cloruro de amonio ($ClNH_4$) y el zinc deja a éste con un exceso de electrones mientras la varilla de carbón, que actúa como segunda "placa", queda con escasez de electrones, es decir, cargada positivamente. El bióxido de manganeso actúa como **despolarizador:** elimina el hidrógeno adherido al carbón. La diferencia entre la pila seca y la húmeda consiste en que en la primera el electrólito, absorbido por un medio poroso, no fluye, no se escurre. El uso ha reservado este nombre a las pilas **Leclanché**, pero existen otras. La varilla de carbón no suele ser de grafito, sino de negro de humo proveniente de la combustión de acetileno. La pasta gelatinosa que contiene el electrólito puede ser de almidón y harina, o una bobina de papel: las pilas modernas usan metilcelulosa con mejores resultados. El voltaje obtenido es 1,6; por cada amperio se consume 1,2 gramos de zinc.



ACUMULADORES

La pila voltaica y la pila seca se llaman primarias o irreversibles porque las reacciones químicas no pueden invertirse, ni volver a emplearse los materiales gastados. Una pila secundaria o reversible (por ejemplo, una batería de automóvil) puede cargarse nuevamente y emplearse otra vez haciendo pasar en sentido opuesto una corriente continua. Así se invierten las reacciones químicas que tuvieron lugar durante la generación de electricidad y los materiales vuelven a su estado original.

El acumulador de plomo es un ejemplo de pila secundaria. En lugar de placas se compone de rejillas para aumentar la superficie de contacto con la solución de ácido sulfúrico en agua destilada. Los huecos de una placa están llenos de plomo esponjoso y los de la otra de bióxido de plomo (PbO_2). La placa de plomo metálico (negativa) corresponde al zinc y la de bióxido de plomo equivale al carbón de la pila seca (positiva).

Ambas placas reaccionan con el ácido sulfúrico y se forma sulfato de plomo. El acumulador se agota cuando ambas placas quedan recubiertas con un depósito blanco de sulfato de plomo y paralelamente disminuye la concentración del ácido sulfúrico. La corriente eléctrica de recarga regenera en una placa el plomo esponjoso, en la otra el bióxido de plomo, y restituye el ácido sulfúrico al agua. La "batería" completa consta de varios acumuladores conectados entre sí para aumentar la tensión eléctrica o voltaje del conjunto.

Los acumuladores convienen para descargas breves de alto nivel (estaciones telefónicas, locomotoras, automóviles). Los nuevos plásticos les confieren menor peso. En autos y aviones las placas delgadas permiten reducir peso y espacio y proporcionar mejor rendimiento a bajas temperaturas. Pero las placas gruesas son sinónimo de largo vida, más o menos 1.000.000 de ciclos cortos.

LA ELABORACIÓN DEL VIDRIO



El vidrio se hace enfriando ciertos materiales fundidos de tal modo que no puedan cristalizar, sino que permanezcan en un estado amorfo. El vidrio es, técnicamente, un líquido de viscosidad tan elevada que desde el punto de vista práctico es un sólido.

MATERIALES

Las sustancias capaces de enfriar sin cristalizar son relativamente raras. La sílice o cuarzo (SiO_2), combinación de un átomo de silicio con dos de oxígeno, es la más común. Existen vidrios sin sílice, pero su importancia comercial es mínima.

QUÍMICA DEL VIDRIO

La mayoría de los vidrios son silicatos. La sílice fundida da un buen vidrio, pero su alto punto de fusión (1.723° C) y su elevada viscosidad en estado líquido vuelven engorroso el trabajarla: es muy difícil, por ejemplo, extraer las burbujas de una masa líquida tan espesa. Los productos de sílice fundida son caros y se los emplea sólo cuando son esenciales sus propiedades particulares: baja dilatación térmica, buena transmisión de ciertos rayos (ultravioletas), resistencia al desgaste, notable firmeza a altas temperaturas.

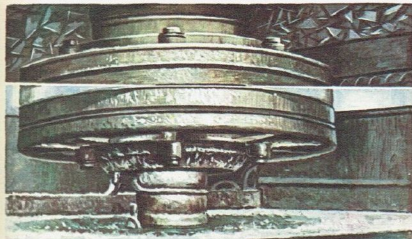
Para disminuir la temperatura de fusión de la sílice se añade sosa, en su forma más barata: el carbonato de sodio o sosa común; también se usa el nitrato de sodio y, a veces, la potasa. Pero el silicato de sodio o potasio que resulta no tiene durabilidad química y hasta es soluble en agua. Este defecto se corrige añadiendo cal (en forma de carbonato de calcio o tiza). La sílice se obtiene de la arena, que es sílice casi pura. El vidrio común es pues una composición sodio-calcio-sílice. El primero lo hace fusible, el segundo insoluble, la tercera le da las propiedades distintivas del vidrio. Cuando más sosa contiene un vidrio, tanto más "fusible" es. El vidrio de ventana es uno de los vidrios más baratos. El vidrio verde de las botellas debe su color a la presencia de trozos de hierro (las sales ferrosas son verdosas, las férricas son rojizas), siempre presentes en la arena o en el vidrio molido utilizado como materia prima.

VIDRIOS ESPECIALES

Los vidrios comerciales comunes contienen, además, otros ingredientes (óxidos de aluminio y magnesio) y también sustancias especiales para blanquear (como el óxido de manganeso, cuyo color alilado anula el tono amarillento) o para favorecer la oxidación. Ciertas clases especiales tienen otros óxidos como ingredientes principales. Así, el óxido de boro B_2O_3 (empleado en forma de ácido bórico) es un elemento esencial del vidrio PYREX, al cual imparte una baja dilatación térmica que le permite resistir cambios bruscos de temperatura. Este tipo de vidrio se conoce como "borosilicato".

ALGUNOS TIPOS DE VIDRIO

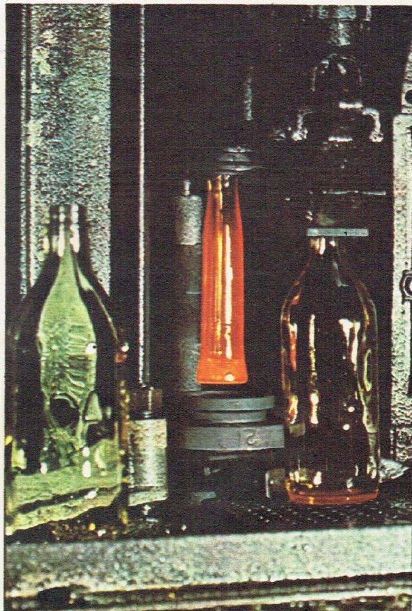
VIDRIO	INGREDIENTES PRINCIPALES
Vidrio óptico	Arena, ácido bórico, potasa, hierro, sosa.
Vidrio óptico "crown"	Arena, potasa, bario.
Vidrio óptico "flint"	Arena, potasa, plomo.
Tipo "Pyrex" para horno	Arena, ácido bórico, sosa, alúmina.
Vidrio para vajilla	Arena, óxido de plomo, potasa.
Vidrio de ventana	Arena, sosa, cal o tiza, magnesia, alúmina.
Vidrio de botella (blanco)	Arena, sosa, caliza, alúmina, bióxido de manganeso.
Vidrio de botella coloreado	Arena, sosa, caliza, alúmina, bióxido de manganeso, óxido de hierro.



Pulido de vidrio laminado. La "cinta" continua de vidrio pasa entre dos superficies pulidoras que aplanan y alisan ambas caras.

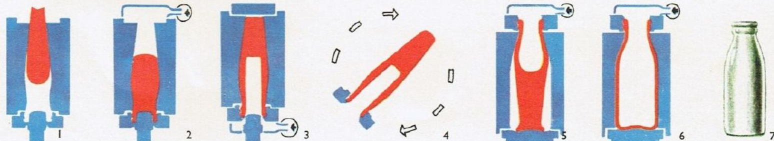


Soplado manual del vidrio: fabricación de un gran balón y tallado de un dibujo en un vaso con una muela de cobre. A pesar de la gradual invasión de las máquinas, las formas especiales se hacen aún a mano.



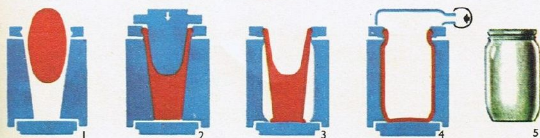
Botellas de boca estrecha cuando salen del molde. Ulteriormente se calentarán otra vez y se las dejará enfriar lentamente (recocido) a fin de eliminar las tensiones internas.

MOLDEADO DE BOTELLAS DE BOCA ANGOSTA



1) Vidrio en el molde; 2) se forma el cuello; 3) se inyecta aire; 4) se la extrae; 5) se pasa al molde; 6) se le da forma; 7) botella terminada.

MOLDEADO DE FRASCOS DE BOCA ANCHA



1) Se coloca el vidrio en el molde; 2) un émbolo le da forma ahuecada; 3) vidrio parcialmente moldeado antes de la terminación; 4) el aire inyectado le da la forma final; 5) frasco terminado.

El óxido de plomo PbO se emplea en vidrios ópticos e imitaciones de piedras preciosas, porque imparte un alto índice de refracción.
Los cristales de seguridad de los automóviles se componen de dos capas de vidrio de unos 3 mm. de espesor soldadas entre sí por una capa de plástico transparente.
El vidrio *desvitrificado* es un vidrio *cristalizado*: este fenómeno, que por lo general trata de evitarse, se lleva a cabo aquí expresamente. Se lo llama PYROCERAN y permite fabricar piezas mecánicas de precisión. Para la vajilla se usa vidrio opalino.
Existe un vidrio sensible a la luz, la cual crea una imagen latente que el calor desarrolla: se lo emplea para "grabar" diales de radio, esferas de reloj, o para realizar fotográficamente tramas muy delicadas para fotograbado. La parte sensible a la luz es más sensible al agua que la otra.
El vidrio para soldar funde a baja temperatura (500°) y se usa para reparar, sin deformarlas, piezas de vidrio de alto punto de fusión.
El VYCOR, por ejemplo, es sílice casi pura, sin los problemas que ésta plantea: se parte de un borosilicato, y luego se separan ambas porciones. Actualmente se fabrican vidrios sólidos como el acero y flexibles como la seda. Se protege a los cohetes con fibra de vidrio más liviana que el aluminio e inatacable por los ácidos. Mediante la incorporación de plomo y cerio se protege, a los investigadores, de las radiaciones letales. También se tejen las fibras continuas de vidrio, pero su uso doméstico se limita, por ahora, a la tapicería. Las fibras discontinuas de vidrio son buenos aisladores del calor en las calderas, y se las combina a los plásticos en los aviones (pero los acrílicos, cuyas moléculas largas entrelazadas se asemejan a un plato de tallarines, resisten mejor al desgaste y se los emplea en la "nariz" de los aviones). Como la fibra de vidrio presenta una gran superficie para un reducido volumen, se procura eliminar de ella el sodio y el potasio, que la vuelven sensible al agua.

TÉCNICA

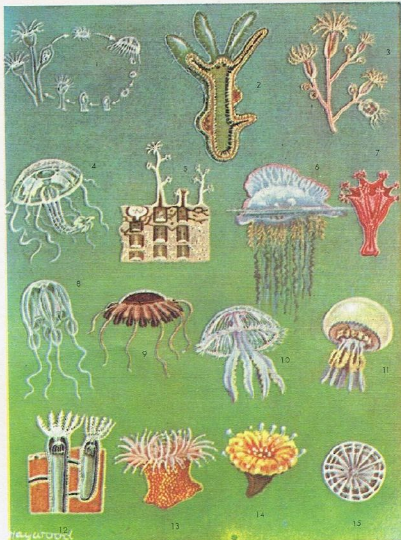
El vidrio moldeado debe enfriarse muy cuidadosamente para que no resulte muy quebradizo, ni pierda la transparencia y no se creen tensiones en su interior. Por eso se lo somete a un procedimiento llamado *recocido*, en el que las piezas se calientan otra vez y se dejan enfriar lentamente en hornos especiales.
En resumen, los pasos fundamentales de la fabricación del vidrio son: fusión de las materias primas para que se combinen, moldeado del vidrio y recocido. Variando los ingredientes de la mezcla se obtienen distintos tipos de vidrio. Cuando deben tallarse, se trazan dibujos sobre la superficie mediante discos abrasivos.

ARTE DEL SOPLADO

Otro arte de difícil ejecución es el soplado del vidrio. El artesano toma una cantidad de vidrio en fusión por el extremo de un tubo y sopla por él. Se forma una burbuja a la que va dando forma mediante herramientas especiales, moviéndola o haciéndola rodar sobre una mesa metálica. Este sistema se usa hoy sólo para fabricar objetos especiales a los que no pueden aplicarse los métodos de producción en masa.

LAMINADO

Para laminar el vidrio se hace pasar la mezcla fundida a través de grandes rodillos. Luego se la deja enfriar y si se desea obtener cristal se la pule entre dos muelas planas; así queda pronta para utilizarla en ventanas o espejos. En el caso de las botellas, se coloca la mezcla dentro de un molde de la forma deseada. Luego se inyecta aire a presión para obligarla a adaptarse a ella. Realizan esta operación máquinas automáticas que producen centenares de botellas por hora.



CELENTERADOS O CELENTÉREOS

El subreino de los CELENTÉREOS se compone de animales formados solamente por dos capas de células (**ectodermo** y **endodermo**) separadas por una lámina gelatinosa (o **mesoglea**). La boca (única abertura) da a la cavidad interna donde se produce la digestión. Algunas de las células del endodermo son ameboideas, absorben partículas de alimento y las digieren. Los tentáculos o brazos, cubiertos por células urticantes (**nematocistos**), son característicos de los celenterados. Un nematocisto contiene una especie de resorte que sujeta un dardo: se dispara súbitamente, y el dardo se clava en la presa. Estas células son privativas de los celenterados, que por esta razón se llaman a veces **cnidarios.** Poseen un sistema nervioso rudimentario (**red nerviosa**) cuyas células se distribuyen por todo el cuerpo.
Los individuos jóvenes suelen desarrollarse como "brotes" que luego se separan del progenitor.
Hay dos formas básicas de celentéreos: el **pólipo** y la **medusa.** Ambos tipos son las formas adultas de algunas especies. Los **pólipos** son las etapas tubulares fijas, como las hidras y las anémonas de mar. Las **medusas** se asemejan a un casquete semiesférico con brazos y viven en libertad, como las llamadas vulgarmente "aguas vivas". Los celenterados exhiben **simetría radial,** es decir circular (no bilateral como el hombre.)
La clase de los **HIDROZOARIOS** abarca una cantidad de órdenes cuyos miembros pasan durante su evolución por los estados de pólipo y medusa. La hidra (2) es una excepción, no pasa por la etapa de medusa. A menudo forman colonias con una cubierta córnea, como la **obelia** (1) y la **bougainvillea** (3). El orden de los hidrocoralinos abarca formas que viven en colonias protegidas por una capa calcárea. Hay dos tipos de pólipos: uno con boca y tentáculos, otro sólo con tentáculos. Este último tipo se apodera del alimento y se lo pasa a un pólipo con boca. Ejemplo: las **miléporas** (5), animales que a menudo se encuentran asociados a los corales. La medusa portuguesa, la gigantesca **fisalia** (6), pertenece al orden de los sifonóforos. A la clase de los **escifozoarios** pertenecen las medusas, que generalmente pasan por una etapa de pólipo durante su evolución. Los tentáculos cuelgan en el agua y cazan pequeños peces y otros animales de los que se alimentan. Ejemplos: **lucenaria** (7), **gerionia** (4), **caribdea** (8), **nausítoe** (9), **aurelia** (10), y **rizostoma** (11). La clase de los **tenóforos** contiene formas solitarias o que viven en colonias. Sólo existen como pólipos. La cavidad gastrovascular está dividida por láminas de tejido (**mesenterios**) dispuestas verticalmente. Los mesenterios contienen fibras musculares y aumentan el área de las células digestivas. El orden de las **alcionarias** (2), posee ocho mesenterios, con ocho hileras de cilias a modo de peines, y doce tentáculos. Los miembros del orden de los **antozoarios,** p. ej. **actinia** (13), **cariofilia** (14) y (15) poseen seis mesenterios, o múltiplos de seis, que les permiten digerir animales de regular tamaño, como cangrejos o peces. Éstos son los verdaderos corales y anémonas de mar. Las anémonas se distinguen de los corales porque estos últimos producen un esqueleto calcáreo exterior, mientras las anémonas permanecen blandas. Las anémonas y algunos corales existen aislados pero estos últimos suelen formar colonias cuyos esqueletos constituyen los arrecifes de los mares tropicales. Las anémonas de mar no tienen una etapa de medusa.

NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

LA MAQUINA QUE TRADUCE CHINO

Las máquinas de traducir. — Están aún en la infancia, aunque ya resultan útiles para temas técnicos. Gradualmente expondremos sus problemas, pero debe tenerse en cuenta que: 1º) su "memoria" no es un mero código **de palabras**, pues el sentido de éstas depende de la frase entera: "grano" puede ser una semilla o un defecto de la piel; 2º) otros vocablos son funciones, como "pie", que en las expresiones "pie de la cama", "pie del muro", "pie de la página", significa la menos importante de dos extremidades; y no hablemos de palabras como "hacer", que significan tanto construir, como guisar, como elaborar, etc.; 3º) ciertas palabras, como "pienso", pueden ser sustantivo o verbo; 4º) las metáforas, como el niño que es un "retoño" o la novia que es un "bombón"; las frases hechas, como "a raíz de" o "Dios mío", son otras tantas complicaciones; 5º) un añadido puede cambiar el sentido; "hacer de" o "hacer las veces de" no es susceptible de traducción palabra por palabra. En resumen, la importancia de la oración total, del "contexto" de la palabra que se considera, es fundamental.

Resultados. — Tanto en los Estados Unidos como en la U.R.S.S. se traducen rutinariamente, mediante máquinas, los textos científicos y técnicos de los idiomas de mayor difusión. Los resultados son literariamente pobres, pero lógicamente aceptables. Los métodos son diferentes: los soviéticos crearon una especie de idioma universal al que vierten los demás, y del cual salen después las traducciones al idioma deseado. Los estadounidenses prefirieron las traducciones directas. Aunque el método soviético parece más lógico, los mejores resultados se han logrado en los EE. UU.

El caso del chino. — En teoría, la escritura china es **ideológica:** sus signos son jeroglíficos, pictogramas (simplificaciones de dibujos) que expresan **ideas.** De manera que en teoría el problema se simplificaba. Pero no en la práctica, pues cada carácter chino consta de varias partes, de las cuales por lo menos una es un radical (que da el sentido) y la otra una clave fonética (que indica la pronunciación); puede constar de más elementos, pero **no hay espacios entre los monosílabos** que componen el carácter chino. Los diarios utilizan unos 4.000 caracteres, y el lenguaje literario y científico de 8 a 12.000.

Cómo se opera. — En primer lugar los caracteres chinos fueron descompuestos en sus elementos, y codificados. El operador mira el signo superior del carácter, y apoya la tecla correspondiente marcada de "A" a "Z", por ejemplo la tecla "M"; luego mira el signo inferior y opera otra tecla, también de "A" a "Z", por ejemplo la "K". Entonces aparecen sobre una pantalla, numerados, los 5 ó 6 caracteres completos posibles que empiezan con el signo marcado como "M" y terminan con el señalado por la "K". El operador apoya el número correspondiente al carácter que quiere reproducir: obtiene así una expresión, por ejemplo M5K. A partir de aquí es la máquina la que trabaja. Como se ve, todavía no hay máquinas que lean directamente el chino.

El trabajo de la máquina. — Entre el lenguaje humano y el de las computadoras hay un abismo, y lo que es sencillo para un niño puede ser dificilísimo para un cerebro electrónico. En un idioma no todos son sustantivos: hay verbos, preposiciones, conjunciones, adverbios; y aún esto es una supersimplificación, porque las diferencias reales son mucho más sutiles. Por otra parte, las reglas sintácticas tienen demasiadas excepciones, demasiados matices convencionales, como para poder codificarlas en forma práctica. Además, el chino opera por suma de caracteres: "América" se obtiene con los caracteres "hermoso" y "país"; "cohete", con "fuego" y "flecha". Y éstos son los más simples. ¿Cómo funciona la máquina? En primer lugar, su memoria acumula 50 millones de informaciones elementales y puede compararlas en 1/20.000 de segundo; esta memoria cubre las ambigüedades y transposiciones más comunes, así como las expresiones idiomáticas. Luego viene una etapa importante: como no puede arrancar de los caracteres elementales bajo pena de caer en confusión (por ejemplo: "hogar" igual a "mujer" más "techo"), procede **al revés: toma las combinaciones más largas que almacena en su memoria** y luego va "buscando" otras cada vez más cortas. Por último, viene la parte más delicada: identificadas esas "unidades lexicológicas", hay que formar la frase en el otro idioma. Ahora bien, todos sabemos que el **orden** de los vocablos es variable, y lo que en castellano se dice por ejemplo "vestido amarillo" será en inglés "amarillo vestido". Estas transposiciones pueden invertir o alterar totalmente el sentido. La única solución es considerar que la sentencia es como el tronco de un árbol, y sus partes son las ramas. Por ejemplo la oración o "tronco" se divide en sujeto y predicado; el sujeto se bifurca en nombre y adjetivo, y el predicado en verbo y adverbio, y así sucesivamente. Construido el "árbol" en chino, es relativamente fácil pasar al "árbol" equivalente en inglés. Decimos relativamente, porque expresiones dobles y separadas, como "**no sólo** era caro, **sino que...**" o bien "**cuanto más** fusiles, **tanto más** balas..." acarrean grandes dificultades; y el chino abunda en expresiones de este tipo.
Pero la máquina funciona eficientemente. Su memoria es de tipo fotográfico, y ha sido realizada por IBM bajo contrato con la Fuerza Aérea de los Estados Unidos.

EL SEGUNDO "SISTEMA SOLAR"

Aún las estrellas más cercanas se encuentran a distancias tan enormes que nuestros telescopios no pueden revelarnos directamente si poseen planetas.
Se conocían sin embargo dos casos en que un cuerpo oscuro gravitaba en torno a una estrella (61 Cisne y 21185 Lalande); pero se trata de cuerpos enormes, de verdaderos astros apagados cuya masa es más de 3.000 veces superior a la de la Tierra.
El "planeta" que acaba de descubrirse es el cuerpo más pequeño que se haya revelado fuera del sistema solar; su masa es de 1 ½ veces la de Júpiter, es decir, 500 veces mayor que la de la Tierra y 1/100 de la de la estrella Barnard, en torno a la cual gira a 600 millones de kilómetros, o sea 4 veces la distancia de la Tierra al Sol (la estrella Barnard, en la constelación de Ofiuco, es 7 veces menor que el Sol, está a unos 6 años-luz de distancia y es la que más rápidamente se traslada en el cielo. La estrella más cercana a la Tierra, Alfa del Centauro, está a 4,3 años-luz). El hallazgo se hizo midiendo, a través de miles de fotografías, los diminutos zigzagues o perturbaciones producidas en la trayectoria de la estrella por la atracción de su "planeta", que describe una órbita completa cada 24 años (observatorio del SWARTHMORE COLLEGE).

HIDRÓGENOS PESADOS

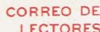
Sabemos que el núcleo del hidrógeno corriente pesa 1 y consta únicamente de un protón.
Existe un hidrógeno que pesa 2, y cuyo núcleo tiene además un neutrón. Es el **deuterio,** constituyente del agua pesada y elemento esencial en física atómica.
El **tritio,** de peso atómico 3 y con un neutrón más en su núcleo, es inestable y radiactivo. Se lo prepara artificialmente, pero existe en la naturaleza en cantidades ínfimas.
El año pasado se obtuvo en Italia el hidrógeno 4, con tres neutrones; y este año, con el sincro-ciclotrón de la Universidad de Purdue, Indiana, se logró el hidrógeno 5, despojando de 2 de sus 3 protones al litio, cuyo núcleo encierra 4 neutrones.

DIAMANTES DE COLOR

Hace ya mucho William Crookes demostró que un diamante expuesto a la acción del radio se vuelve verde. Ahora el procedimiento es industrial. Con radiaciones seleccionadas se comunica a los diamantes el color que se desea, como el azul, tono rarísimo. Para lograr matices de amarillo y rojo es preciso, además, calentar el diamante irradiado. También se disimulan los defectos internos de la piedra con colores oscuros, como el verde profundo. Por último, un bombardeo de deuterones (núcleos de hidrógeno pesado), en la base de las gemas, confiere a éstas un brillo y una pureza extraordinarios.
¿Se pueden reconocer las falsificaciones? Sí: las piedras naturales son malas conductoras, mientras que las "tratadas" conducen bien la electricidad.

COESITA Y METEORITOS

Este mineral, forma especial de sílice engendrada por fantásticas temperaturas y presiones, se encuentra en los cráteres producidos por las caídas de enormes meteoritos: el de Ries, en Baviera, de 25 kilómetros de diámetro y 200 metros de profundidad a pesar de los sedimentos acumulados; el del lago Bosumtwi, en Ghana, de 10 kilómetros y 500 metros de profundidad; el de Arizona, de 1.200 metros de diámetro y 200 de profundidad; y el de Wabar, en Arabia Saudita, de 200 metros de diámetro y 12 de profundidad. La **coesita** interesa mucho actualmente porque es indicio seguro de altas presiones y permite distinguir los cráteres comunes de los producidos por impactos de meteoritos.



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

RETRANSMISIÓN CON LASER

¿Es cierto que pronto se lanzará un satélite equipado con laser? (O.R.)

Se trata seguramente del S-66. No llevará un laser sino un equipo de 360 prismas destinados a reflejar rayos que se le envíen con "laser" (emisor de ondas coherentes) desde la Tierra. La ventaja del laser sobre el radar es su extraordinaria superioridad sobre las ondas de radio (hertzianas). Un rayo de laser da, a centenares de kilómetros, una mancha de luz de menos de 1 m. de diámetro. Comparado con el S-66, el rendimiento del Eco I merecerá el calificativo de "deplorable". El S-66 representa una revolución en las telecomunicaciones.

EFICIENCIA DE UN CEREBRO

Creo que comparar los cerebros sólo por el tamaño, como se hace comúnmente, es un error. ¿Es posible lograr seres más inteligentes que el hombre? (M.E.R.)

En animales muy grandes, las áreas motoras y sensitivas del cerebro contienen más y mayores células, sin que esto signifique inteligencia mayor. Los científicos suelen comparar: 1º) el grado de plegamiento de la corteza cerebral; 2º) la importancia del área frontal de asociación de ideas; 3º) el área occipital de asociaciones visuales; 4º) el grado de desarrollo de ciertas áreas motoras, como la que gobierna la mano. En cuanto a la posibilidad de lograr, por alteraciones hereditarias, seres más inteligentes, lo consideramos como una anticipación algo lejana (a pesar de que Harry Harlow, profesor en Wisconsin, lo afirma en una publicación muy seria: el **Mc Graw-Hill Yearbook of Science and Technology 1962**).

DISTANCIAS EN EL ESPACIO

Tengo entendido que para los cosmonautas es muy difícil apreciar distancias. Leí además que se los adiestra para ello. ¿Cómo se hace? (L.M.)

Una vez que están en órbita un resorte lanza fuera de la cápsula lámparas de xenón que emiten "flashes" de unos 200.000 lumens. Como se alejan a unos 5 Km. por hora, si por ejemplo el astronauta las ve después de 3 horas, se hace una idea del aspecto de un objeto distante, en el espacio, a unos 15 Km.

REPRESAS ANTIGUAS

¿Desde cuándo se utilizan represas importantes? (G.G.)

La respuesta depende de lo que se entienda por "represa importante". Citaremos la represa de Jombandi, en el Uzbekistán, construida entre 882 y 890 en un desfiladero montañoso y cuya sorprendente solidez asombra a los sabios. Un secreto perdido permitía a los antiguos hacer que la cal fuera más resistente que la piedra.

HURACANES DEL CARIBE

No comprendo por qué se dan nombres de fantasía a los huracanes del Caribe. (A.Z.)

Se sigue una norma preestablecida con el fin de reconocerlos mejor. El primer huracán de cada año lleva un nombre que empieza con A, el segundo un nombre que empieza con B, el tercero con C y así sucesivamente. En 1960 se completó esta medida con una lista de los nombres que debían usarse cada año. La figura de un huracán en el radar, instrumento utilísimo que los percibe a gran distancia, se parece a la de una nebulosa espiral. El huracán llamado **Esther** (el quinto de 1961) fue el primero descubierto por un sateloide: lo fotografió el Tiros III. El **Diana** es el más destructor que se recuerda: causó daños por más de 1.000 millones de dólares entre el 17 y el 19 de junio de 1955.

CULTIVOS DE NEURONAS

¿Se pueden cultivar células cerebrales? (A.G.D.)

Sí, pero se desdiferencian. Con todo, en experiencias recientes se observó que envían cilindroejes hacia las dendritas y cuerpos celulares vecinos. Muestran una gran actividad de expansión y retracción, y se ha sugerido que este mecanismo podría ser el del aprendizaje.

OTRA VEZ FERMAT

¿El "teorema de Fermat" es el mismo que figura en TECNIRAMA como el "problema" del mismo nombre? (J.R.)

No. Se conoce como "teorema de Fermat" propiamente dicho uno de los más importantes de la teoría de números: "La expresión $A^{p-1} — 1$, en la que **p** es un número primo que no divide a A, es divisible por **p**". Existe además un "principio de Fermat" que resume en una expresión única la óptica geométrica.

Y PARA CONCLUIR...

LLEGANDO A LA LUNA

Se ha calculado que si se apilara todo el papel escrito referente al proyecto lunar Apolo se formaría una columna que llegaría a la Luna antes que la cápsula.

$\pi = 3{,}141529$

Los antiguos le daban un valor de 3, con lo que erraban en un 5 % ("Libro de los Reyes"); Arquímedes lo calculaba en 3 1/7; en el "Ch'ang Höng", del siglo I, se lo calculaba en $\sqrt{10}$, es decir, con un error de 1/50; Aryabhata, en la India del siglo VI, lo establece en 3,1416, con un error de 1/400.000. Pero Adriano Mecio, en el siglo XVII, indicó la extraordinaria fórmula $\frac{355}{113}$ cuyo error es de sólo 1/10.000.000.

En 1794 Legendre mostró que π no podía ser una fracción, y sólo en 1882 Lindermann probó que era un número trascendente, es decir, que no podía ser solución de ninguna ecuación cuyos coeficientes fueran enteros. Las máquinas electrónicas lo calculan hoy con más de 10.000 decimales. He aquí un valor con 1.000 cifras:

π = 3,14159 26535 89793 23846 26433 83279 50288 41971 69399
37510 58209 74944 59230 78164 06286 20899 86280 34825
34211 70679 82148 08651 32823 06647 09384 46095 50582
23172 53594 08128 48111 74502 84102 70193 85211 05559
64462 29489 54930 38196 44288 10975 66593 34461 28475
64823 37867 83165 27120 19091 45648 56692 34603 48610
45432 66482 13393 60726 02491 41273 72458 70066 06315
58817 48815 20920 96282 92540 91715 36436 78925 90360
01133 05305 48820 46652 13841 46951 94151 16094 33057
27036 57595 91953 09218 61173 81932 61179 31051 18548
07446 23799 62749 56735 18857 52724 89122 79381 83011
94912 98336 73362 44065 66430 86021 39494 63952 24737
19070 21798 60943 70277 05392 17176 29317 67523 84674
81846 76694 05132 00056 81271 45263 56082 77857 71342
75778 96091 73637 17872 14684 40901 22495 34301 46549
58537 10507 92279 68925 89235 42019 95611 21290 21960
86403 44181 59813 62977 47713 09960 51870 72113 49999
99837 29780 49951 05973 17328 16096 31859 50244 59455
34690 83026 42522 30825 33446 85035 26193 11881 71010
00313 78387 52886 58753 32083 81420 61717 76691 47303
59825 34904 28755 46873 11595 62863 88235 37875 93751
95778 18577 80532 17122 68066 13001 92787 66111 95909
21642 01989.

Semejante precisión no tiene interés práctico. La fórmula $\sqrt{10}$ de los chinos es extraordinariamente práctica: basta construir un triángulo rectángulo con un cateto igual al diámetro, y otro que sea el triple: la hipotenusa es la circunferencia. Un valor interesante es $\pi = 4\ (1 — 1/3 + 1/5 — 1/7 + 1/9 — 1/11 + \ldots)$ y así sucesivamente.

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	30.—
*COLOMBIA,	Pesos	2,50
*COSTA RICA,	Colones	2.—
*CHILE,	Escudos	0,60
*EL SALVADOR,	Colones	1.—
*ESPAÑA,	Pesetas	18.—
*GUATEMALA,	Quetzales	0,30
*HONDURAS,	Lempiras	0,60
*MÉXICO,	Pesos	3,50
*NICARAGUA,	Córdobas	2.—
*PANAMÁ,	Balboas	0,30
PERÚ,	Soles	10.—
*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
URUGUAY,	Pesos	4.—
*VENEZUELA.	Bolívares	1,50

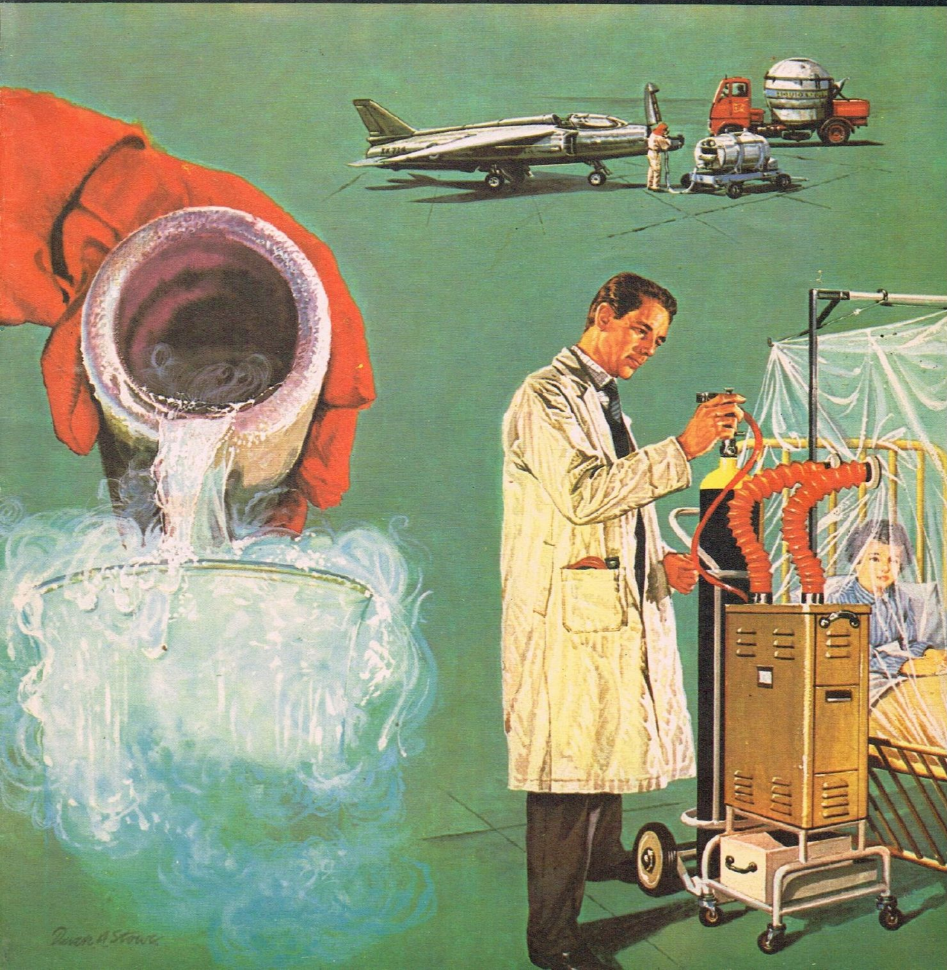
Aparece todas las semanas

*Distribución a partir del 4 de noviembre de 1963

Nº 4

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

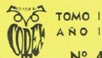


AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES EN ESTE NÚMERO: Ing. Frank H. ROCKETT (McGraw-Hill), presión. P. de LATIL (Direc. Science-Avenir), sumersión. J. RIVOIRE (Ing. Oceanográfico), buzos. Dr. G. DOUKAN (Pres. Caza Submar. Francia), fisiología, sumersión. Dr. G. AURY (Méd. princ. de la Marina, Francia), accidentes descompresión. Maurice PONTE (Creador del primer radar decimétrico y de la teoría del magnetrón) electrónica. Francis A. JENKIS (Prof. Univ., California), pesos atómicos. Robert C. ELDERFIELD (Prof. química Univ., Michigan), cadenas de carbono. Emil F. STEINERT (Westinghouse Electric Corp.), anemómetro. Ralph E. CLARRIDGE (Ejecutivo General Electric), higrómetro y sicrómetro. Bruce D. HAINSWORTH (Asist. de Dir. Lab. Foxboro Company), barómetro. Eugene G. ROCHOW, (Prof. Univ. Harvard), silicio. Burris B. CUNNINGHAM (Prof. química de Univ., California), pesos atómicos. Kenneth W. PERKINS (Mc Graw-Hill Co.), metales. Paul COUDERC (Observatorio París), eclipses. Théo WEIMER (Fac. Ciencias, París), eclipses e Historia. Almirante Andrew I. MCKEE (vicepresid. General Dynamics Corp.), submarinos. S. HANDEL (Regent Street Polytechnic), electrónica. Francis J. JOHNSTON (Química, Univ. Georgia), metaloides. Harold G. PAYNE (Direc. Foxboro Company), presión.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada uno, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo al que corresponden.

Publicada en Argentina por

EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



TOMO I
AÑO I
Nº 4

SUMARIO

Distribuidores, Agentes de Suscripciones y Venta de Números Atrasados, ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana S. A., Carrera 7ª nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924. San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S. A., Santo Domingo 1175, Santiago. **EL SALVADOR:** Distribuidora Salvadoreña S. A., Av. España 344, San Salvador. **ESPAÑA:** Central Española de Publicaciones S. A., Balmes 96, Barcelona. **GUATEMALA:** De la Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Srta. Hortensia Tijerino, Salvador Mendieta 111, Tegucigalpa. **MÉXICO:** Distribuidor Dispublex S. A., Dir. responsable Marcial Frigolet, Hamburgo 108, México D. F. **NICARAGUA:** Elías Argeñal (h.). **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S. A., Jirón de la Unión 284, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Compañía Uruguaya de Ediciones S. A., 25 de Mayo 620, Montevideo. **VENEZUELA:** Venezolana de Publicaciones C. A., Princ. a Sta. Capilla 4, Caracas.

Semanario ilustrado publicado por Editorial Codex S. A., Bolívar 578, Buenos Aires, Argentina. Director: Nicolás J. Gibelli.

TEMA DE LA CUBIERTA:
EL OXÍGENO. Una carpa de oxígeno para enfermos; el oxígeno líquido; provisión de oxígeno en un avión.

Correo Apartado Central B | TARIFA REDUCIDA | CONCESION EN TRAMITE



NOTICIAS DE HOY

El caso dramático del oryx. — Es uno de los antílopes más raros del mundo, y vive en Arabia. Su desaparición proviene de la convicción local de que el polvo de sus enormes cuernos confiere vigor sexual, y los árabes enriquecidos con el petróleo cazan despiadadamente al animal mediante ametralladoras montadas en automóviles o aeroplanos. Se han salvado cuatro ejemplares, uno de los cuales proviene del zoo de Londres. El clima que más se asemeja al de su lugar de origen, Kuwait, es el del desierto de Arizona, adonde se los ha llevado. Se tomaron todas las precauciones de asepsia.

Suelen confundirse los **fósiles vivientes** con los **candidatos a fósiles en un futuro próximo.**
Los **fósiles vivientes** son los que subsistieron prácticamente sin variaciones durante millones de años mientras sus congéneres desaparecían: entre ellos pueden citarse el celacanto, pez que se creía extinguido desde 70 millones de años y del que se han descubierto varios ejemplares vivos a partir de 1939; el pez pulmonado de Australia, que no varió en 200 millones de años y se conoce, vivo, desde 1869, la língula, un braquiópodo de 500 millones de años; el okapi, cuyo único pariente (lejano) es la jirafa, y que es igual a sus antepasados de hace treinta millones de años; la tuatara, pequeño reptil de Nueva Zelandia pariente de los gigantescos dinosaurios, de 200 millones de años. Hay también plantas que son "fósiles", como la sequoia, con cerca de 100 millones de años de antigüedad.
Entre los **fósiles del futuro,** es decir, amenazados de desaparición, merecerían citarse: el lobo de Tasmania, que es en realidad un marsupial; el rinoceronte unicornio de Java, casi exterminado por las supuestas propiedades curativas de su "cuerno"; el solenodonte, pequeño insectívoro de Cuba y Santo Domingo; el león asiático, del que no quedan más de 100 ejemplares; el antílope gigante de África, que el gobierno de Angola preserva con poco éxito; el bisonte europeo; el oso hormiguero listado de Australia; la nutria de mar; el cóndor de California, la mayor ave voladora terrestre, etc.

La primera usina química nuclear. — La Dow Chemical Company inaugura la primera usina química nuclear, que fabricará bromuro de etilo. Antiguamente era necesario utilizar bromuro de aluminio y una fuente de energía externa. Ahora sencillamente se mezcla el etileno y el ácido bromídrico, y bajo la acción de los rayos gamma emitidos por cobalto 60 radiactivo los dos cuerpos quedan disociados en iones activos que se combinan para formar bromuro de etilo. Como éste es más liviano, sube a la superficie y se lo extrae.
El radioelemento, pues, es a la vez catalizador y fuente de energía. El procedimiento es limpio, simple, no tiene piezas móviles y su costo es sumamente reducido.

NOTICIAS DE MAÑANA

Una nueva radiología. — Los rayos X atraviesan los cuerpos **tanto más fácilmente cuanto menor es el número atómico de sus elementos** (el número atómico se explicó en el Nº 1 de TECNIRAMA). Por esta razón los huesos, compuestos de calcio y fósforo, son radiológicamente más opacos que los tejidos blandos, formados por hidrógeno, oxígeno, carbono y nitrógeno, elementos de número atómico bajo. También son muy transparentes las regiones de baja densidad, como los pulmones, llenos de aire.
Pero si los rayos son de neutrones, todo cambia: el hidrógeno, de átomos livianísimos, los detiene 500 veces más que el plomo o el uranio, cuyos pesados átomos son opacos a los rayos X. Los bombardeos de neutrones pueden revelar diferencias que pasaban inadvertidas en las radiografías clásicas: así el agua, con 2/3 de sus átomos de hidrógeno, resulta mucho más opaca que el aire y los vasos sanguíneos (99 % de agua) podrían verse en el interior de un hueso. Las aplicaciones son, por ahora, sólo industriales.

Progresos en fotografías. — Ya existe, en prototipo, el enfoque electrónico automático. Se anuncian aparatos del mismo tamaño que los actuales para negativos de más de 35 milímetros. Investigaciones patrocinadas por el gobierno estadounidense se acercan a la película de plástico sensible a la luz. Por otro lado se estudia un proceso en dos etapas: 1º) la imagen se capta sobre una pantalla luminosa; 2º) se transfiere a la película. Finalmente, se procura "grabar" imágenes en cinta magnética, como ya se hace con la TV.

EL RENDIMIENTO TÉRMICO DE LOS MOTORES



La máquina de vapor alternativa posee el rendimiento menor entre las de motor a petróleo. La mejor sólo transforma en trabajo el 20 % del calor del combustible. La locomotora de vapor llega únicamente al 7 %.

El rendimiento de una máquina es la relación entre la energía que se le suministra y el trabajo útil que ésta produce. El concepto de rendimiento se aplica a *todas* las máquinas, desde la palanca, la rueda, el sinfín o la prensa hidráulica, hasta las centrales nucleares. El trabajo útil es en general el resultado de multiplicar la fuerza que se logra por el recorrido (o las rotaciones) que se obtiene. Físicamente, el trabajo y la energía son equivalentes.

TRANSFORMACIÓN DE CALOR EN TRABAJO

Las máquinas térmicas transforman el calor en trabajo. Interesa a los ingenieros saber cuánto combustible necesita un motor para producir una determinada cantidad de trabajo útil. Los combustibles más comunes son el carbón, que puede utilizarse en las calderas de las máquinas de vapor, y varios derivados del petróleo, que se utilizan tanto en las calderas como en los motores de combustión interna (de explosión y diesel). En los primeros mueve el pistón la inflamación, producida por una chispa eléctrica, de una mezcla de aire y vapores de hidrocarburos ligeros. En los segundos la combustión de los hidrocarburos líquidos pesados se produce por una compresión rápida del aire, que eleva su temperatura.

Existe una relación teórica fija entre el calor y el trabajo, de modo que es posible calcular la cantidad de trabajo que *debería* obtenerse de determinada cantidad de combustible. Esta equivalencia es independiente de la temperatura. Comparando este coeficiente con la proporción de trabajo realmente obtenido, podemos medir el rendimiento de la máquina, en una palabra su *eficacia térmica*. La máquina más beneficiosa será la que convierta la mayor cantidad de calor del combustible en trabajo útil. Ninguna máquina puede proporcionar un rendimiento del 100 %, y la mayoría sólo logra redituar una proporción muy baja.

La de menor rendimiento entre todas es la máquina de vapor a pistón. La mejor convierte sólo el 20 % de la energía térmica del combustible en trabajo. El resto se pierde con el vapor de escape, por las pérdidas de calor de la caldera, y con los gases calientes que salen por la chimenea. La fricción del pistón desaprovecha más energía, lo que da como resultado que en una locomotora de vapor, las pérdidas lleguen al 93 % de la energía calorífica del carbón. El rendimiento térmico de una locomotora es, entonces, del 7 % (apenas 4 % más que la máquina de vapor que construyó Watt en 1777).

LA TEMPERATURA, ELEMENTO BÁSICO

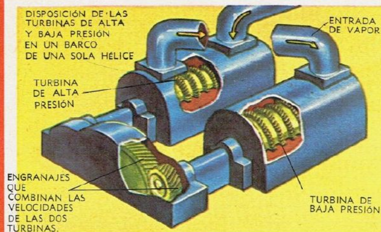
La forma de mejorar el rendimiento de estas máquinas consiste en aumentar la tensión del vapor en la caldera y disminuir al máximo la presión con la cual escapa al exterior (haciéndolo expandir tanto como sea posible antes de dejarlo salir). Pero elevar la presión significa elevar su temperatura, lo que equivale a máquinas demasiado robustas, pesadas y con mayores problemas de pérdidas de calor. Pero la ecuación básica, debida a Carnot, se aplica a máquinas *fijas*.



La locomotora eléctrica (rendimiento máximo 25 %) no puede lograr un rendimiento mayor que las turbinas de vapor que generan la electricidad en las centrales térmicas accionadas por dínamos o alternadores.



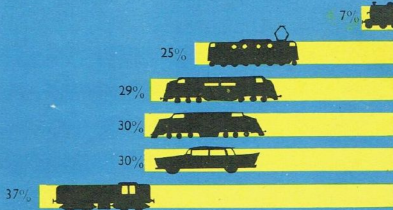
La locomotora diesel tiene aproximadamente un rendimiento cuatro veces mayor que una de vapor. Se utilizan motores diesel para accionar las ruedas, ya sea directamente o mediante un generador y motores eléctricos, según las necesidades.



En la turbina un chorro de vapor choca contra las paletas de un rotor, haciéndolo girar. Para obtener el máximo trabajo del vapor se lo hace pasar por varias cámaras de diámetro cada vez mayor en cada una de las cuales hay un rotor. En cada etapa el vapor se expande nuevamente y acciona otra vez los rotores.

¿CUÁNTO VALE EL RENDIMIENTO DE UN MOTOR?

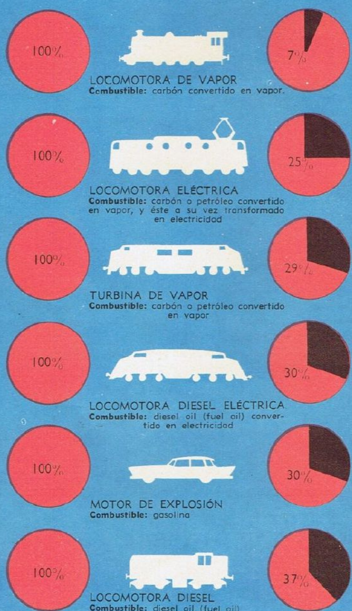
La máquina de mejor rendimiento es la que convierte la mayor cantidad de calor en máximo trabajo útil. Ninguna máquina puede tener rendimiento superior, o aun igual, al 100 %; y el de la mayoría es muy bajo.



100% **Rendimiento térmico del 100 %; la imposible máquina "perfecta".**

Cantidad de energía calorífica del combustible que "debería" ser convertida en trabajo.

Cantidad de energía calorífica del combustible convertido efectivamente en trabajo.



LA TURBINA DE VAPOR

La turbina de vapor es mucho más eficiente; las mejores transforman en trabajo más del 30 % del calor que reciben. Aquí el vapor, en forma de chorro de alta presión, actúa sobre unas paletas (como el viento contra un molino). Las ruedas son de diámetro cada vez mayor; así, a medida que el vapor pasa de una a otra se expande y, por consiguiente, se enfría muchísimo. Antes de salir de la turbina, una buena parte de la energía calorífica del vapor se transforma en trabajo útil. Por lo general las turbinas se utilizan en las centrales eléctricas para accionar los alternadores o dínamos, ya que este tipo de máquina es más conveniente y eficaz cuando se necesita mucha energía.

EL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

El motor de combustión interna o diesel es más eficiente que cualquier máquina o turbina de vapor. Los mejores pueden transformar en trabajo hasta un 35 % del calor suministrado por los combustibles. Entre estas máquinas se cuentan los motores diesel utilizados en locomotoras, pues, aunque son más pesados por las altas presiones que requieren, su rendimiento es alto —generalmente alrededor del 30 %— y utilizan un tipo de combustible más barato que los hidrocarburos ligeros para motores pequeños. Recuérdese que en el motor diesel la inflamación de la mezcla se logra por la *presión* de robustas estructuras.

FERROCARRILES ELÉCTRICOS

Muchas locomotoras utilizan motores eléctricos, cuyo rendimiento es del 95 % o más, *pero esta altísima eficacia se refiere a la energía eléctrica, no a la calorífica, transformada en trabajo.* La electricidad viene de una central donde probablemente se utilizan turbinas de vapor que accionan dínamos o alternadores cuyo rendimiento es del 30 %; algo se pierde en el generador y en la distribución; además el motor desperdicia el 5 %, de modo que en conjunto sólo se aprovecha algo más de la cuarta parte de la energía calorífica del combustible inicial. Pero no se gasta trabajo en transportarlo. La locomotora diesel eléctrica utiliza un motor diesel para producir su propia electricidad. Aunque tiene muchas ventajas sobre la locomotora eléctrica, la principal es que no necesita cables de transmisión, su eficacia no puede ser tan alta como la de la locomotora diesel. El motor eléctrico suministra, en los momentos necesarios, una energía adicional que compensa la pequeña pérdida que implica.

Últimamente se han desarrollado nuevos tipos de máquinas térmicas de combustión interna —el motor de pistón libre y la turbina de gas— con muchos campos de aplicación práctica. Pero su eficacia es menor, del orden del 20 %.

La resistencia del aire es proporcional *al cuadrado* de la velocidad. Si ésta se *duplica*, la resistencia se *cuadruplica*. A pesar de ello se procura lograr velocidades cada vez mayores. Los ferrocarriles europeos, muy veloces, utilizan cada vez más la electricidad de origen hidráulico. En automóviles de carrera especiales, los *promedios* superiores a 200 Km. por hora no son excepcionales (Spa 1962, Reims 1960).

ASOCIACIONES DE ÁTOMOS

QUÍMICA ATÓMICA

La química es la ciencia de los elementos y de los compuestos; su objeto es saber de qué están hechas las sustancias y de comprender cómo se reúnen sus ingredientes. Todas las sustancias pertenecen a una de las clases siguientes: 1º elementos, 2º compuestos, 3º mezclas.

ELEMENTOS, COMPUESTOS Y MEZCLAS

Con 92 ó 93 clases distintas de átomos se forman todas las sustancias del universo.
Se llama *elemento* aquella sustancia cuyos átomos son todos de la misma clase. Pero esto no es lo común, porque los átomos tienen gran tendencia a unirse entre sí, sea con átomos de la misma naturaleza, sea con átomos diferentes. Recordemos que se llama *átomo* la parte más pequeña que se pueda imaginar de un elemento. Muchos elementos son metales como el oro, pero otros como el azufre o el fósforo no lo son; los hay sólidos, los hay líquidos, los hay gaseosos. La química estudia a fondo y explica todas estas propiedades.
Los *compuestos* son sustancias formadas por dos o más elementos diferentes. Estos elementos no están simplemente mezclados; cada átomo de uno de ellos está atado fuertemente a otro o a otros átomos de elementos distintos, de modo que forma otra clase de sustancia. El agua es un buen ejemplo, porque consiste en dos átomos de hidrógeno unidos a un átomo de oxígeno, de ahí su fórmula H_2O. Y el agua es un líquido a pesar de que el hidrógeno y el oxígeno son gases. La menor partícula imaginable de un compuesto se llama *molécula* y siempre contiene exactamente los átomos que le corresponden, en la proporción debida.
Ahora bien, ocurre que no todos los átomos tienen el mismo peso; los hay livianos, los hay pesados. De allí que cuando descomponemos una combinación de elementos obtenemos relaciones que no siempre son simples, pero que se vuelven muy sencillas cuando tenemos en cuenta los pesos particulares de los átomos. Lo que debe tenerse bien en cuenta es que una molécula es totalmente distinta de los elementos que contiene y que éstos, al unirse los átomos, pierden sus propiedades individuales, es decir, el comportamiento típico que permite reconocerlos.
Las *mezclas* son simplemente elementos, o compuestos, o ambos, reunidos, en proporciones *cualesquiera*. Poseen las propiedades de sus ingredientes y pueden generalmente ser separados por medios muy sencillos. El barro, p. ej., es una mezcla de tierra y de agua; el aire es una mezcla de nitrógeno y oxígeno. Las mezclas no son nuevas clases de sustancias.

PROPIEDADES DE LOS ÁTOMOS

En primer lugar nos interesa el peso del átomo que especifica la masa media de los átomos de un elemento; por convención se tomó como base el oxígeno igual a 16. Pero recordemos que existen los isótopos, es decir átomos cuyo comportamiento químico es similar pero cuyo núcleo es un poco más pesado o un poco más liviano que el de la clase más frecuente de átomos de esos elementos. Las proporciones de isótopos no radiactivos son constantes (las de los radiactivos no pueden serlo, puesto que como ya lo sabemos las sustancias radiactivas se descomponen).
El oxígeno precisamente tiene dos isótopos estables, uno que pesa 17 y otro que pesa 18; existen en muy pequeña cantidad y cuando se quiere hacer la conversión hay que contar un peso algo mayor de 16 y multiplicar por la cifra 1,000275 (hay un hecho curioso: en el aire el peso medio del oxígeno debería multiplicarse por 1,000278 y en el agua por 1,000268; de manera que parecería ser que las radiaciones cósmicas tuvieran algo que ver con el peso atómico del oxígeno).
¿Cómo se determinan los pesos atómicos? Hay muchas maneras de hacerlo; la más antigua, mediante los pesos de combinación de las sustancias químicas. También está la ley de Avogadro, que se aplica a los gases ideales y que dice que en un mismo volumen de gas hay siempre el mismo número de moléculas; permite obtener los pesos de los átomos o de las moléculas en relación con la densidad del gas. Entre los métodos más modernos están los espectrógrafos de masa y las reacciones nucleares que explicaremos más adelante.
La segunda característica de un átomo es su volumen; se lo toma naturalmente en estado sólido, puesto que en estado gaseoso hay mucho espacio libre. Cuando estudiemos la tabla periódica de los elementos veremos que hay un grupo de volumen máximo y un grupo de volumen mínimo.
Llegamos ahora a lo que más interesa desde el punto de vista de la química. Hay elementos que se llaman *metales*, y hay elementos que se llaman *no metales*. Lo esencial es que los metales pueden perder electrones y quedan entonces con una carga positiva; en ese momento su átomo es un *ión positivo*. Se dice entonces que los metales son *electropositivos*. Con el oxígeno forman *óxidos*, como está ilustrado en las figuras; cuando a los óxidos se les añade agua por lo general forman *bases*. Los no metales son el caso opuesto; atraen a los electrones y entonces se dice que son elementos *electronegativos*, combinados con el oxígeno y luego puestos en agua dan *ácidos*. Los ácidos son lo contrario de las bases.

METALES, NO METALES, METALOIDES

La división de metales y no metales es arbitraria, pero es conveniente. Es arbitraria porque los metales son muy variables; es conveniente porque brinda una clasificación general, cómoda para iniciarse. *No metal* es el que no conduce fácilmente la electricidad, no es dúctil y no tiene un índice de refracción complejo (esto último se verá más adelante). Un *metal* es un elemento químico electropositivo que forma aproximadamente el 75 % de los elementos que existen, que se suele ubicar entre los átomos más pesados, que tiene buena conductibilidad eléctrica y térmica, ductilidad, maleabilidad y que cuando está pulido es buen reflector.
Pero existe una tercera categoría, que son los *metaloides*, que participan de ambas clases. Los principales son el arsénico, el antimonio, el silicio y el teluro. Los dos primeros tienen apariencia de metales y se dice que son *anfotéricos*, es decir, que a veces dan ácidos y a veces dan bases.

LOS METALES

Los metales más abundantes en la corteza terrestre son el aluminio, el calcio, el sodio, el potasio y el magnesio. No existen sólo en la Tierra, también existen en el Sol y en los demás planetas; pueden ser livianos como el litio (densidad 0,53) o pesados como el osmio y el iridio (densidad 22). Las propiedades que hemos citado no son ciertas para todos. Algunos, como la plata y el oro, se trabajan desde hace 8.000 años; y algunas aleaciones, como el bronce, desde hace 5.000.
Puede decirse que los metales no forman compuestos con los otros metales: forman aleaciones, como el bronce, que no son verdaderos compuestos; pero sí forman compuestos con el oxígeno, con el cloro y con el azufre. Algunos de ellos lo hacen difícilmente, como el oro y el platino, y por eso se los llama metales "nobles".
Hemos visto en otra nota que los metales conducen bien la electricidad gracias a sus electrones libres; recordemos aquí que esto es un triunfo sensacional de la teoría de los quanta de Max Planck. No olvidemos también que cerca del cero absoluto 23 de ellos se vuelven lo que se llama superconductores, que es una propiedad sorprendente que no es propia de los metales sino que también la tienen algunas aleaciones y ciertas combinaciones.

LA COMBINACIÓN

Cuando el carbón arde, el carbono que lo compone se combina con el oxígeno del aire y forma bióxido de carbono o anhídrido carbónico y nos da el calor que sentimos; pero cuando el carbono se combina con el hidrógeno para formar acetileno mediante un proceso industrial, absorbe calor en vez de darlo. Cuando las sustancias se combinan entre sí para dar nuevas sustancias se dice que tienen "afinidad química" y su combinación se llama una "reacción química". Las reacciones químicas ocurren también cuando las moléculas se disocian, porque ciertos compuestos no son muy estables y se descomponen con facilidad. Esto es lo que ocurre cuando la dinamita (o TNT, o trinitrotolueno) explota.

EL CLORO

El cloro, elemento número 17, es un gas amarillo verdoso, muy interesante porque es el polo opuesto de los metales. Después del flúor es el primero en reactividad entre los elementos llamados halógenos a tal punto que no se lo encuentra libre más que a elevadas temperaturas y en las emanaciones volcánicas. Así como los metales son electropositivos, el cloro es electronegativo. Se combina con los metales, pero también es tan enérgico que se combina con los no metales y con los compuestos orgánicos para formar centenares de combinaciones. Solamente el 0,045 % de la corteza terrestre se compone de cloro. El compuesto más conocido es el ácido clorhídrico llamado vulgarmente ácido muriático; el cloro se usa como blanqueador, como germicida en la desinfección de aguas, en la preparación del bromo (tan importante para el dibromuro de etileno de la gasolina). Su producción anual alcanza a millones y millones de toneladas. Como se lo obtiene a partir del cloruro de sodio del mar, que da por un lado sosa cáustica y por el otro cloro, la industria procura utilizar los excedentes de cloro, de allí la gran cantidad de insecticidas clorados como el DDT, o de plásticos a base de cloro como el policloruro de vinilo.

EL OXÍGENO

El oxígeno, elemento número 8, es el más abundante en la corteza terrestre, y contando los océanos y la atmósfera llega casi al 50 % del peso de ésta. Se lo prepara por licuefacción del aire, y tiene gran importancia actual —aparte de todos los demás usos— en la propulsión de los cohetes espaciales. Desde el punto de vista químico el oxígeno es muy activo; se combina prácticamente con todos los elementos para formar óxidos. La proporción de oxígeno es la base de la nomenclatura química: un compuesto terminado en *ito* contiene una cantidad intermedia de oxígeno, como los sulfitos, cloritos y nitritos; cuando termina en *ato* significa que contiene mucho oxígeno como los sulfatos, nitratos y cloratos; y como puede haber combinaciones con mayor o menor cantidad de oxígeno se habla también de hiposulfitos, hiponitritos, hipocloritos para los que tienen menos y persulfatos o percloratos para los que tienen más.

EL HIDRÓGENO

El hidrógeno es el elemento número 1 del sistema periódico. *Es, en cuanto a número de átomos*, el más abundante en el universo (98 %). En realidad hay un hidrógeno de peso 1 llamado protio que forma el 99,98 %; otro, el deuterio de masa 2, forma el 0,02 % del hidrógeno y, el tritio de masa 3 y los siguientes son radiactivos, se descomponen y entonces no se tienen en cuenta. Los compuestos del hidrógeno son sumamente importantes: el ácido clorhídrico, el agua, el agua oxigenada, el ácido sulfhídrico, el metano que es el primero de la serie de todos los petróleos, el amoníaco y otros compuestos muy difundidos.

EL AZUFRE

El azufre es el elemento número 16, su peso es de 32,066 porque tiene una serie de isótopos. En la corteza terrestre forma menos del 0,1 %. Sin embargo, es sumamente importante; el ácido más importante de la industria química, que es el ácido sulfúrico, y la presencia del azufre en plantas y animales hacen de él un elemento completamente indispensable.

EL CARBONO

El carbono es el elemento número 6, y su peso es de algo más de 12 porque tiene también algunos isótopos. El carbono es único en la química. Tiene la propiedad de constituir cadenas a tal punto que él solo forma más compuestos que todos los demás elementos juntos; se conocen ya, catalogados y estudiados, más de un millón de compuestos orgánicos, y el incremento anual es extraordinario. En la corteza terrestre forma sólo el 0,0032 %; en la atmósfera 0,03 % del volumen. Existe en estado natural como carbón —que es energía fósil— y en muchos minerales como el mármol y la tiza. Pero su importancia principal está en las plantas y animales, y también —restos del pasado— en el petróleo y el asfalto. En la industria sus dos compuestos más importantes son el anhídrido carbónico y el óxido de carbono. El carbono es tan extremadamente importante que el estudio de la química se divide comúnmente en dos secciones: los que no están exclusivamente formados por las criaturas vivientes se llaman inorgánicos y son compuestos bastantes simples. Otros, formados por criaturas vivientes o similares a ellos (hay actualmente muchos productos sintéticos de esta naturaleza), se llaman orgánicos. Son extremadamente complejos: por ejemplo un compuesto inorgánico como el agua tiene por fórmula H_2O, o SO_4H_2 como el ácido sulfúrico; en cambio una sustancia como la hemoglobina, que es la que absorbe el oxígeno en nuestra sangre, tiene una fórmula que es la siguiente: $(C_{750}\ H_{1208}\ N_{210}\ S_2\ FeO_{201})_4$.

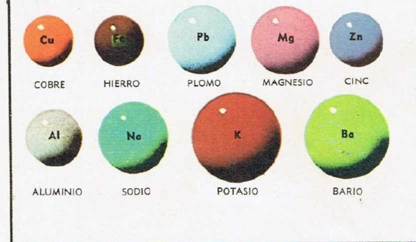
SILICIO

Este elemento (el número 14) es importante, porque es el más parecido al carbono. Es el más abundante de los elementos electropostivos; pero es un metaloide, lustroso y quebradizo. Se lo encuentra como sílice (arenas) y silicatos. Se lo usa en aleaciones. Pero actualmente se están haciendo compuestos orgánicos y plásticos muy importantes llamados *siliconas*, cuya principal virtud es su notable resistencia al calor.

NITRÓGENO

El nitrógeno es el elemento número 7. Su peso es algo más de 14 porque un tercio por ciento está formado por un isótopo, el nitrógeno 15. Hay varios otros isótopos pero son todos radiactivos. Forma en volumen casi el 80 % del aire atmosférico. Químicamente es sumamente importante por una razón: el nitrógeno es muy enérgico, pero 2 átomos de nitrógeno forman una molécula cuya fórmula es N_2 y en las que la fuerza interatómica es tan grande que actúa casi como un cuerpo que no reacciona. Desde el punto de vista industrial la fabricación del ácido nítrico y del amoníaco son sumamente importantes. Lo son sobre todo para la agricultura porque el nitrógeno, que se encuentra en estado natural en los nitratos, forma parte de todas las proteínas, es decir de todos los organismos vivos. Por esta razón el ciclo del nitrógeno para la vida sobre la tierra es de una importancia extraordinaria.

Los METALES normalmente no se combinan entre sí, pero forman aleaciones.



Los METALES se combinan con el oxígeno, cloro y azufre.

ÓXIDOS	CLORUROS	SULFUROS
ÓXIDO CÚPRICO CuO	CLORURO CÚPRICO $CuCl_2$	SULFURO CÚPRICO CuS
ÓXIDO FÉRRICO Fe_2O_3	CLORURO FÉRRICO $FeCl_3$	SULFURO FÉRRICO Fe_2S_3
MONÓXIDO DE PLOMO PbO	CLORURO DE PLOMO $PbCl_2$	SULFURO DE PLOMO PbS
ÓXIDO DE MAGNESIO MgO	CLORURO DE MAGNESIO $MgCl_2$	SULFURO DE MAGNESIO MgS
ÓXIDO DE CINC ZnO	CLORURO DE CINC $ZnCl_2$	SULFURO DE CINC ZnS
ÓXIDO DE ALUMINIO Al_2O_3	CLORURO DE ALUMINIO Al_2Cl_6	SULFURO DE ALUMINIO Al_2S_3
ÓXIDO DE SODIO Na_2O	CLORURO DE SODIO NaCl	SULFURO DE SODIO Na_2S
ÓXIDO MERCÚRICO HgO	CLORURO MERCÚRICO $HgCl_2$	SULFURO MERCÚRICO HgS
ÓXIDO DE MANGANESO MnO	CLORURO DE MANGANESO $MnCl_2$	SULFURO MANGANOSO MnS

El OXÍGENO se combina fácilmente con muchos elementos.

ÓXIDOS	CLORUROS	SULFUROS



ÓXIDO DE CALCIO CaO — CLORURO DE CALCIO $CaCl_2$ — SULFURO DE CALCIO CaS



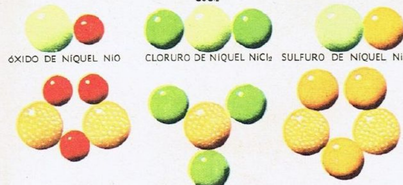
ÓXIDO ESTÁNNICO SnO_2 — CLORURO ESTÁNNICO $SnCl_4$ — SULFURO ESTÁNNICO SnS_2



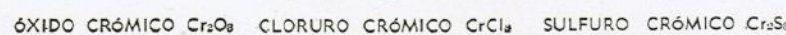
ÓXIDO DE BARIO BaO — CLORURO DE BARIO $BaCl_2$ — SULFURO DE BARIO BaS



ÓXIDO COBALTOSO CoO — CLORURO COBALTOSO $CoCl_2$ — SULFURO COBALTOSO CoS



ÓXIDO DE NÍQUEL NiO — CLORURO DE NÍQUEL $NiCl_2$ — SULFURO DE NÍQUEL NiS



ÓXIDO CRÓMICO Cr_2O_3 — CLORURO CRÓMICO $CrCl_3$ — SULFURO CRÓMICO Cr_2S_3



ÓXIDO DE PLATA Ag_2O — CLORURO DE PLATA $AgCl$ — SULFURO DE PLATA Ag_2S



ÓXIDO DE POTASIO K_2O — CLORURO DE POTASIO KCl — SULFURO DE POTASIO K_2S



BIÓXIDO DE CARBONO CO_2



AGUA H_2O

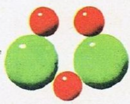


PERÓXIDO DE NITRÓGENO NO_2





TRIÓXIDO DE BORO B_2O_3



TRIÓXIDO DE ANTIMONIO Sb_2O_3

TRIÓXIDO DE ARSÉNICO As_2O_3



ÓXIDO DE FLÚOR F_2O



BIÓXIDO DE AZUFRE SO_2



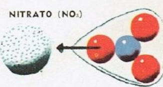
BIÓXIDO DE SILICIO SiO_2



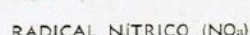
ÓXIDO DE CLORO Cl_2O

RADICALES

NITRATO (NO_3)



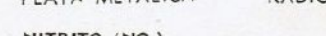






PLATA METÁLICA — RADICAL NÍTRICO (NO_3) — NITRATO DE PLATA $AgNO_3$

NITRITO (NO_2)









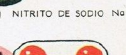
SODIO METÁLICO — RADICAL NITROSO (NO_2) — NITRITO DE SODIO $NaNO_2$

SULFATO (SO_4)



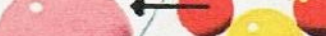






MAGNESIO METÁLICO — RADICAL SULFÚRICO (SO_4) — SULFATO DE MAGNESIO $MgSO_4$

SULFITO (SO_3)









SODIO METÁLICO — RADICAL SULFUROSO (SO_3) — SULFITO DE SODIO Na_2SO_3

CARBONATO (CO_3)









CINC METÁLICO — RADICAL CARBÓNICO (CO_3) — CARBONATO DE CINC $ZnCO_3$

HIDRÓXIDO (OH)







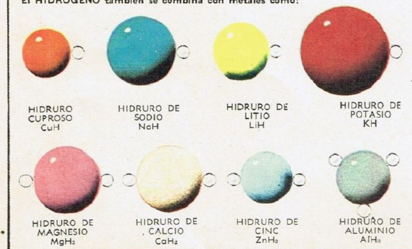


POTASIO METÁLICO — RADICAL OXÍDRICO (OH) — HIDRÓXIDO DE POTASIO KOH

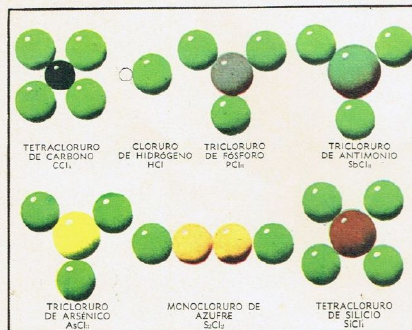
El HIDRÓGENO se combina con la mayoría de los no metales.



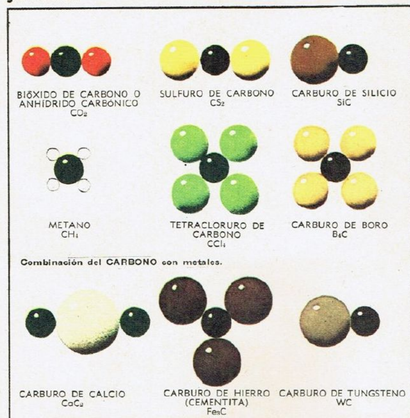
El HIDRÓGENO también se combina con metales como:



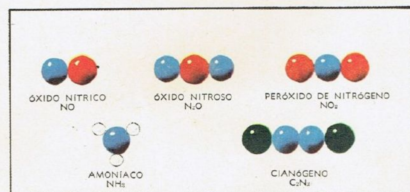
El CLORO es tan activo que prácticamente no se lo encuentra en estado libre.



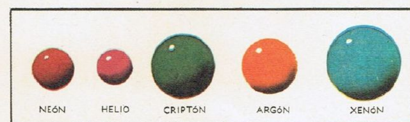
El CARBONO forma más compuestos que todos los demás cuerpos juntos.



El NITRÓGENO es la clave de las proteínas.



GASES INERTES o nobles: es casi imposible combinarlos.



APARATOS METEOROLÓGICOS

La meteorología estudia los fenómenos atmosféricos. El pronóstico del tiempo se lleva a cabo actualmente con 8.000 estaciones fijas, 8.000 buques mercantes y 3.000 aviones. Los últimos satélites meteorológicos, tipo Tiros, se lanzan ahora con una mayor inclinación sobre el ecuador (58°) para cubrir un área más importante.
Los termómetros utilizados son de mercurio. Se basan en la dilatación uniforme de éste: al expandirse, sube por un tubo graduado en el cual se ha hecho el vacío (para que el aire encerrado no lo obstaculice). En los lugares muy fríos no se debe utilizar el termómetro de mercurio, que se congela a − 40° C, sino el de alcohol (con un colorante). Pero el alcohol tiende a adherirse al tubo y pueden producirse cortes en la columna. No sólo el mercurio se expande, sino también el recipiente que lo contiene. Sin embargo, hace casi dos siglos Dulon y Petit en una célebre experiencia, lograron medir la dilatación absoluta del mercurio comparando densidades.

PRESIÓN

La presión atmosférica es debida al peso del aire. Éste es uno de los datos más importantes para pronosticar el tiempo porque las variaciones de la presión determinan los vientos, las tormentas, etc. La presión atmosférica se mide con los barómetros. El primitivo, de mercurio, se asemeja a un gran termómetro: consiste en un tubo cerrado por arriba y colocado verticalmente sobre una cubeta con mercurio, con su extremo abierto dentro del líquido. Como previamente se ha hecho el vacío en su interior, la presión atmosférica que se ejerce sobre la cubeta empuja el mercurio y lo hace subir hasta una cierta altura (unos 76 cm. a nivel del mar). Cualquier variación de la presión hará variar la altura de la columna mercurial.
El barómetro de Fortin se usa en montaña. Un trípode asegura su posición vertical, y una aguja de marfil señala el "punto cero". Claro está que es necesario corregir la temperatura que modifica la densidad del mercurio, y la altura, que influye en la presión del aire.
El barómetro aneroide es una cajita metálica en cuyo interior reina un vacío parcial. Una de las tapas es elástica y a ella está unida una palanquita. Los cambios de presión atmosférica deforman la tapa y desplazan la palanca, la que a su vez mueve una aguja que indica la variación en un dial. Los barómetros aneroides son más sensibles, pero menos seguros, pues se deforman con el tiempo.

VIENTOS

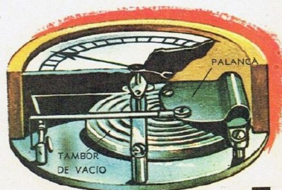
La *dirección* del viento puede conocerse con la sencilla veleta, pero la medición de la *velocidad* requiere un instrumento complicado llamado anemómetro. Uno de los tipos más comunes posee tres semiesferas huecas que el viento hace girar. La velocidad de rotación está relacionada con la del viento, de modo que sobre un dial se puede leer directamente esta última en kilómetros por hora.

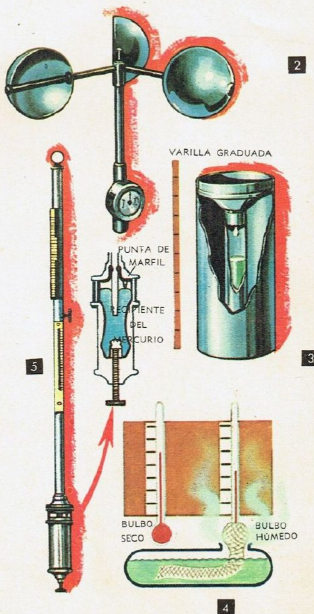
LLUVIAS

El pluviómetro es uno de los instrumentos meteorológicos más sencillos. Uno de los tipos consiste en un embudo metálico que da a un tubo colector. Existen modelos muy especiales para medir la cantidad de nieve caída. Se componen de una capa de cobalto 60, que emite rayos gamma, y un contador Geiger que los cuenta. Cuando cae nieve, ésta absorbe una parte de las radiaciones, y el contador Geiger lo registra.

HUMEDAD RELATIVA

La humedad del aire es la cantidad de vapor de agua que contiene. Los instrumentos que la miden se denominan higrómetros. Debemos diferenciar la *"humedad relativa", que es el porcentaje de vapor de agua que contiene el aire, en relación al máximo que podría contener a la misma temperatura, es decir, estando "saturado"*. Se mide con sicrómetro, que consta de dos termómetros, uno de los cuales mide la temperatura ambiente y otro cuyo bulbo se halla cubierto con una tela húmeda y por consiguiente enfriado por la evaporación del agua, y que por eso indica una temperatura menor. La humedad relativa se calcula en función de la diferencia entre ambas temperaturas. Si, por ejemplo, el aire estuviera saturado, es decir, si no pudiera contener más vapor de agua del que contiene, no habría evaporación en el termómetro de "bulbo húmedo" y por ello no se observaría ningún enfriamiento. Ambos termómetros indicarían entonces la misma temperatura. La humedad relativa será del ciento por ciento. Cuanto menor sea la humedad del aire, tanto mayor será la evaporación en el bulbo húmedo y tanto mayor la diferencia de temperatura que indicará respecto del termómetro del bulbo seco.
Los *higrómetros* se componen simplemente, de materiales que se expanden al absorber humedad, en general cabellos, madera o alguna membrana. Pero varían con el tiempo. Los hay eléctricos, a base de cloruro de litio. Cuando al variar la humedad éste se deposita, cambia la resistencia del aparato y se registra en el grado de humedad.

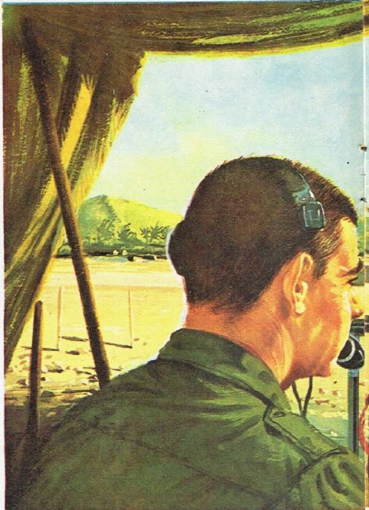




1) Barómetro aneroide. 2) Anemómetro de semiesferas huecas. 3) Pluviómetro. 4) Higrómetro o sicrómetro. 5) Barómetro de Fortin: para que la lectura sea exacta el nivel del mercurio en la cubeta debe coincidir con la punta de marfil. El barómetro está colocado bien verticalmente, gracias a una suspensión cardan.

LA ERA DE LA ELECTRÓNICA

ELECTRÓNICA



Estación de radar de la marina de los Estados Unidos de América del Norte. El invento del radar ha requerido circuitos electrónicos y tipos de válvulas completamente nuevos.

Un diccionario de 5.000 vocablos corrientes en electrónica incluye una tercera parte que no se conocía antes de 1950. No se trata de léxico especializado sino de palabras comunes, como "transistor". Es cierto que a veces se habla de procesamiento en vez de hablar de ordenamiento y de que hay así nociones que son bastante corrientes y que han sufrido algún cambio en el uso electrónico. Por ejemplo la palabra "resistor": resistor es un dispositivo que se usa especialmente por su resistencia, como el borocarbono "shunts". Ahora es cierto que la electrónica al introducir nuevos materiales ha tenido a veces que cambiar un poquito los nombres. Es lo que ocurre con un "capacitor": un capacitor es esencialmente uno o más pares de conductores separados por aisladores con el objeto de acumular cargas eléctricas; los hay de cerámica y de muchos otros materiales.

LA ELECTRÓNICA

La electrónica es el niño prodigio de la ciencia y de la industria modernas. Su desarrollo fue explosivo: hace sólo unos años ocupaba el 49º lugar en la industria y hoy se sitúa en el pelotón de vanguardia de las aplicaciones técnicas. La electrónica está en todas partes; se oye hablar de cerebros electrónicos, de válvulas electrónicas, de espejos electrónicos, de controles electrónicos, de lentes electrónicas, etc. La electrónica invade nuestra vida, desde los espectáculos hasta la cirugía.
El electrón se ha hecho explorador, desde el microscopio electrónico que ya fotografía los átomos, hasta el radiotelescopio que nos informa sobre galaxias jamás percibidas antes. La electrónica ha dado lugar a la automatización: con ella un cerebro dirige una fábrica y además se autocorrige. Se habla de idioma, de programaciones, de autoprogramaciones y de retroalimentación (retroalimentación, es decir, el *feed-back*) de los cerebros electrónicos. Hay una química electrónica que se aplica en los colorantes, en las resinas de intercambios de iones que purifican el agua de mar, etc. Existen máquinas que analizan la lógica del lenguaje; los estadounidenses traducen el chino automáticamente y los soviéticos la escritura ideológica maya. Existe además lo que llamaríamos "electronic service": se asiste a retransmisiones de televisión por electrónica, se utiliza el aterrizaje automático electrónico. Y por ese camino se llega hasta las fronteras de la ciencia mediante la conexión con los satélites.

LO DISTINTIVO DE LA ELECTRÓNICA

Como dedicaremos muchas notas a la electrónica nos parece conveniente comenzar caracterizando esa nueva rama de la ciencia y de la tecnología. Diremos que estudia y aplica los fenómenos de conducción de la electricidad en el vacío, en los gases y los semiconductores. En otras palabras, deja de lado el transporte de electricidad por los conductores.
Muchas personas entienden mal la electrónica, pero es debido a que, como la electricidad en sus comienzos, la electrónica se encuentra aún en estado difuso y aparece fragmentariamente en una multitud de mecanismos de uso diario. Para comprender su importancia veamos qué ocurriría si súbitamente dejaran de trabajar esos electrones "libres", esos francotiradores que no pertenecen a un átomo o a un conductor determinado.

UNA HUELGA DE ELECTRONES LIBRES

Si se produjera nos quedaríamos inmediatamente sin radio y sin televisión, sin noticias del exterior por falta de comunicaciones inalámbricas, sin alta fidelidad, sin sonido en el cinematógrafo. El teléfono automático funcionaría, porque aún no se han introducido los transistores en la conmutación de circuitos; pero no habría ya comunicaciones a larga distancia al no funcionar los repetidores electrónicos instalados sobre las líneas. Los trenes y subterráneos eléctricos de corriente continua, privados de los rectificadores a vapor de mercurio, se detendrían. Los aviones, los aeródromos y los barcos quedarían sordos y ciegos, sin radio, sin radar, sin informes meteorológicos. Hasta el pescado subiría de precio por falta de detectores a base de ultrasonidos.
Las centrales atómicas, privadas del control de los contadores Geiger, entrarían en divergencia irrefrenable y se convertirían en bombas atómicas. Pero en cambio el peligro de guerra nuclear mediante cohetes quedaría alejado. Las refinerías de petróleo, las industrias automatizadas, la contabilidad electrónica, los grandes bancos, los cerebros electrónicos y hasta los dictáfonos quedarían paralizados. Los radiólogos ya no podrían trabajar. No habría más prospección electrónica de yacimientos. El ascensor tampoco respondería a los botones de llamada por falta de amplificadores. Los automóviles marcharían mientras hubiera gasolina pero probablemente el termómetro del tablero (a base de termistores) no diera ya ninguna indicación de la temperatura del agua en el radiador. Muchas industrias ya no corregirían sus errores por falta de palpadores y captadores electrónicos. La vida sería lenta, medieval. La investigación científica afrontaría terribles desventajas en todos los sectores.

EN QUÉ CONSISTE LA ELECTRÓNICA

Lo antedicho no nos explica qué son los aceleradores lineales, ni los ciclotrones, ni los betatrones, ni los cicloclashes, ni multitud de otros aparatos. Seguimos sin comprender qué vínculo técnico puede haber, por ejemplo,

entre el radar y el microscopio electrónico. Vamos a ver, pues, en qué consiste la electrónica. Lo esencial de la electrónica es la existencia de válvulas, es decir, de dispositivos que permiten el paso de una corriente o un haz de electrones en la dirección, el sentido y en la forma que se desea; el nombre de "válvulas" nos recuerda precisamente las de las bombas clásicas, que dejan pasar fluidos en un sentido y no en el otro. Las válvulas electrónicas pueden efectuar tres tareas principales. PRIMERO: *amplifican*, es decir, aumentan las variaciones de las corrientes eléctricas, de modo que una débil señal que llega a una válvula incorporada a un circuito adecuado puede ser convertida en otra mucho más intensa que varía en forma exactamente proporcional a la primera. SEGUNDO: las válvulas desempeñan un papel importante en la *producción de corrientes alternas*. Se llama "oscilador" la válvula que ejecuta esa función. TERCERO: una válvula puede rectificar corrientes alternas en otras corrientes de un solo sentido, continuas, aunque pulsantes si se desea. Así los aparatos de radio que funcionan con corriente alterna poseen en su interior una válvula rectificadora que convierte la corriente alterna en la continua necesaria para las otras válvulas del aparato. Su receptor también posee una válvula detectora que rectifica los impulsos oscilantes que recibe por la antena.

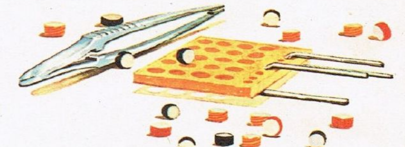
En una serie de notas sobre electrónica explicaremos cómo se emplean estas tres funciones de la válvula electrónica (amplificación, oscilación y rectificación) en la transmisión y recepción de ondas de radio. *Pero lo esencial de la electrónica es el poder de amplificar cuanto se quiera una señal que interesa al observador.*

LOS CIRCUITOS ELECTRÓNICOS

Un desplazamiento de electrones en el vacío o en metales semiconductores, como el silicio o el germanio, es una corriente eléctrica con propiedades especiales. Los semiconductores son materiales que no son ni buenos conductores ni aisladores, sino que están a mitad de camino entre los dos. El traslado de los electrones en su interior puede ser controlado por una corriente débil y los electrones se desplazan en una sola dirección. Un semiconductor es a menudo un conductor eléctrico, sólido o líquido, que no es verdadero metal ni verdadero aislante y cuya conductibilidad mejora con la temperatura. Los circuitos especiales realizados con los semiconductores se llaman "circuitos electrónicos".

LA VÁLVULA TERMOIÓNICA

La primera válvula electrónica fue inventada por Fleming. Era una ampolla de vidrio, sin aire, con un filamento metálico que se ponía incan-

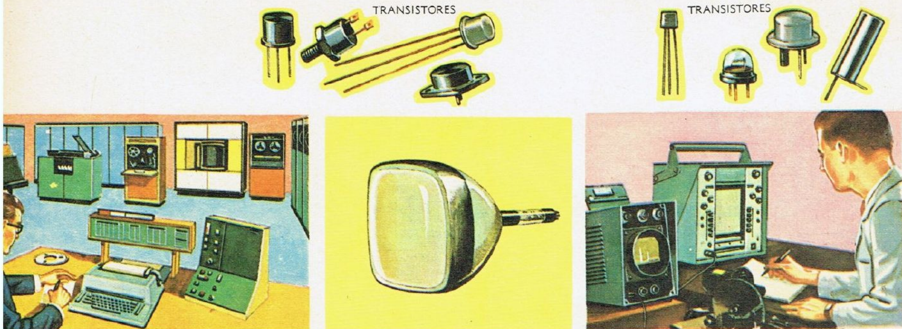


Estas pequeñas pastillitas son resistores y capacitores en miniatura, que se han desarrollado para utilizarlos en computadoras electrónicas "de bolsillo".

descente por la acción de una corriente eléctrica. Se diferenciaba de las comunes en que tenía una placa metálica cerca del filamento, pero sin tocarlo. Cuando el filamento se calentaba algunos electrones se desprendían de él y cruzaban el vacío que lo separaban de la placa: es decir, circulaba una coriente. En cambio, cuando el filamento estaba frío no se registraba corriente alguna; es más, la corriente sólo podía circular a través de la válvula en un solo sentido. Por esta razón se llamó "válvula" a la lámpara de Fleming, como la válvula de la cámara del neumático que permite que el aire penetre pero no que salga. La válvula de radio admite una corriente que circule en un sentido, pero no en otro. En síntesis, la válvula termoiónica es una válvula de vacío en la cual, cuando el filamento está caliente, emite electrones que van hacia la placa en un solo sentido. La válvula se llama *diodo*. El diodo es el más simple de los tubos electrónicos, y sólo comprende dos electrodos: el *cátodo* o filamento negativo que emite los electrones negativos bajo la acción del calor, y el *ánodo* o placa que recoge los electrones cuando su potencial es positivo con respecto al cátodo, o los rechaza en caso contrario. Por esta razón el diodo sirve especialmente para *rectificar* una corriente alterna: deja pasar la corriente en un sentido y la bloquea en el otro. El diodo sirve también para "detectar" las ondas electromagnéticas, es decir, transformarlas en una corriente continua y cómodamente utilizable. Pero no amplifica.

LA EMISIÓN TERMOIÓNICA

Volviendo a nuestro tubo termoiónico notemos que lo esencial es que al calentar el filamento algunos de los electrones libres del metal no sólo



Izquierda: Un equipo completo para "ordenamiento de datos". Se registra la información codificada en cintas magnéticas o en tarjetas perforadas y luego se introduce en una de las unidades computadoras, donde se resuelven rápidamente los problemas. Derecha: El elemento fundamental del televisor es un tubo de rayos catódicos. Un haz de electrones (rayos catódicos) produce un punto luminoso sobre la pantalla fluorescente y si se lo desvía describe una línea luminosa.

Dos osciloscopios utilizados para descubrir defectos en tubos metálicos. El osciloscopio permite observar las corrientes o voltajes variables en forma de dibujos que aparecen sobre una pantalla semejante por su aspecto a los que ordinariamente vemos en los receptores comunes de televisión.

se separan de sus átomos sino que se evaden del conductor. Esta "evaporación" es lo que se denomina "emisión termoiónica". Para que el filamento tenga electrones de más está siempre conectado al terminal negativo de la fuente de voltaje; y, naturalmente, la placa se conecta al terminal positivo.
Las válvulas modernas tienen algunas pequeñas modificaciones, sobre todo en el filamento metálico, que actualmente es un tubo revestido por una sustancia química buena emisora de electrones, pero el principio es el mismo. Recordemos que se llama "cátodo" el polo negativo, y que se llama "ánodo" el polo positivo y que ambos polos en conjunto se llaman "electrodos". Como aquí hay dos electrodos se habla de *diodo*. El diodo es la clase de válvula más simple que existe.

LOS TRIODOS

Hemos visto que la válvula diodo es sólo una llave de paso: por lo tanto no puede actuar como un amplificador. Pero sabemos que lo esencial de la electrónica es poder amplificar las señales que recibe.
Imaginemos entonces una válvula igual a la precedente, es decir, con un filamento y una placa, pero que tenga además una grilla, una trama de hilo metálico colocada entre ambos. ¿Qué ocurre cuando conectamos la grilla directamente al filamento o bien simplemente cuando los dos tienen el mismo voltaje? Los electrones emitidos por el filamento caliente no son afectados apreciablemente por la grilla y la atraviesan hacia la placa positiva; dicho de otro modo, una corriente pasará hacia la placa a través de la grilla.
Pero ahora hagamos que la grilla se vuelva más *negativa* que el filamento. ¿Qué ocurre entonces? La grilla detendrá o rechazará algunos electrones y *reducirá* así el flujo que alcanza a la placa. Si la grilla está bastante cerca del filamento, un voltaje negativo muy débil le permitirá rechazar todos los electrones de nuevo hacia el filamento.
Si varía el voltaje de la grilla varía también con ella el voltaje de la placa, pero de tal manera que cuando el voltaje del filamento y la grilla sea más grande en la placa será más pequeño. La placa o resistencia es entonces tal que las variaciones de la caída del potencial son en ellas más grandes que las variaciones del voltaje de la grilla. De esta manera el voltaje en la grilla se ha vuelto más grande, es decir que está amplificado.
Colocando un cierto número de estos tubos uno a continuación del otro se obtienen voltajes enormemente amplificados. Semejantes amplificadores sirven para numerosos usos, especialmente en los aparatos de radio y televisión, en los instrumentos científicos y en los de control industrial. El tercer electrodo o grilla se llama "grilla de control". La grilla de control fue inventada por de Forest, e inició una nueva era en la historia de la electrónica. *Lo que debe recordarse es lo siguiente: si la grilla adquiere una carga negativa reduce el flujo de electrones porque los repele y entonces disminuye la corriente que atraviesa la válvula. Si en cambio adquiere una carga positiva atrae a los electrones y aumenta el flujo a través de la válvula.* Un pequeño cambio en la "positividad" o "negatividad" en la grilla de control produce una variación muy grande de la intensidad de la corriente que va del cátodo o filamento al ánodo o placa.

TETRODO Y PENTODO

La válvula con tres elementos se llama *triodo*. Pero puede poseer cuatro elementos, es decir, siempre ánodo, cátodo y dos grillas de control y se llama entonces *tetrodo*; la de cinco se llama pentodo y así sucesivamente.

VÁLVULA A GAS

No todas las válvulas son de vacío. Las hay que contienen argón, neón, hidrógeno o vapor de mercurio, a presión mucho más baja que la atmosférica. Estas válvulas son del tipo *tiratrón* y aunque están construidas como válvulas de radio funcionan de manera muy diferente. Cuando los electrones se desplazan del cátodo al ánodo chocan con las moléculas del gas a las que arrancan electrones, que se suman a la corriente y a su vez chocan con otras moléculas y repiten indefinidamente el fenómeno. El resultado es una avalancha de electrones, una corriente eléctrica que se produce a una velocidad pasmosa. Un pequeño aumento en la positividad de la grilla de control es suficente para crear dicha "catarata" y hacer que una corriente muy intensa atraviese la válvula.
La característica del tiratrón es doble: en primer lugar es *instantánea*, es decir muchísimo más rápida que la más delicada llave mecánica o magnética; en segundo lugar, en el tiratrón el electrodo de control *inicia la acción pero no la limita;* ella prosigue luego.

LENGUAJE BINARIO

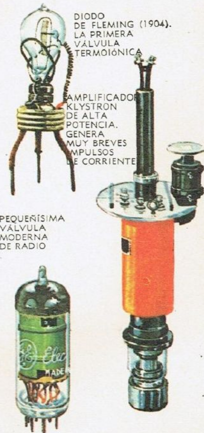
En una computadora o cerebro electrónico la función fundamental de las válvulas es actuar como llaves. Es decir, la corriente pasa o la corriente no pasa. Dicho en nuestro lenguaje la válvula dice "sí" o la válvula dice "no"; de manera que para las válvulas no hay más que dos signos posibles cuando se les comunican cantidades o cualquier otra clase de datos. El "cero", que significa *no*, y el "uno" que significa *sí*.
Esto es lo que se llama *lenguaje binario*. Naturalmente, este sistema binario complica enormemente las cosas; pero la extraordinaria velocidad de las máquinas la compensa con creces. Vamos a dar un ejemplo de numeración binaria: el cero se indica con un 0, el uno con un 1; el 2, que es un par y cero unidades se indica 10; el 3, que es un par y una unidad, se indica 11. El 4, que es un doble par de pares (como la centena es una decena de decenas) se indica por un doble par, cero par y cero unidad, es decir 100. El 5, que es un doble par, cero par y una unidad, se indica 101, y así sucesivamente. El secreto de su velocidad increíble reside en el uso de válvulas del tipo tiratrón.

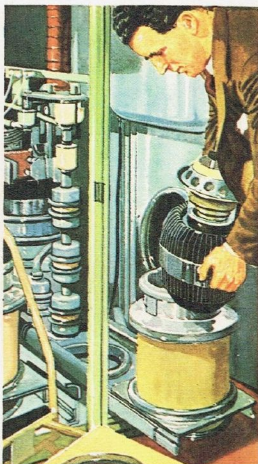
FOTOELECTRICIDAD

Los tubos electrónicos sensibles a la luz se llaman células fotoeléctricas. Cuando la luz cae sobre ellos, pasa una corriente. Esas células tienen muchos usos prácticos, tanto corrientes como científicos. La célula fotoeléctrica, que por ejemplo cuenta automáticamente objetos o regula maquinarias, es un tipo especial de diodo, que posee un cátodo recubierto por

ELEMENTOS DE LOS CIRCUITOS ELECTRÓNICOS

En un equipo electrónico hay muchos elementos. Podemos agruparlos en tres clases: RESISTORES, que se oponen al paso de la corriente, hacen difícil el tránsito de los electrones, cuya energía se convierte en calor; CAPACITORES, o **condensadores,** están compuestos, por placas metálicas separadas por láminas aislantes. Impiden el paso de las corrientes continuas, pero no el de las alternas, esencialmente si oscilan rápidamente. INDUCTORES, que son simplemente bobinas de alambre por las que pasan sin inconvenientes las corrientes continuas, no las alternas.





TIRATRÓN (VÁLVULA DE ATMÓSFERA GASEOSA)



La figura central muestra el momento en que se reemplaza la gigantesca válvula de un transmisor. El ánodo se enfría con aire.

un metal como el cesio, que emite electrones cuando la luz incide sobre su superficie. Aunque en teoría esto ocurre con todos los metales, la intensidad con que lo realizan es muy diferente.

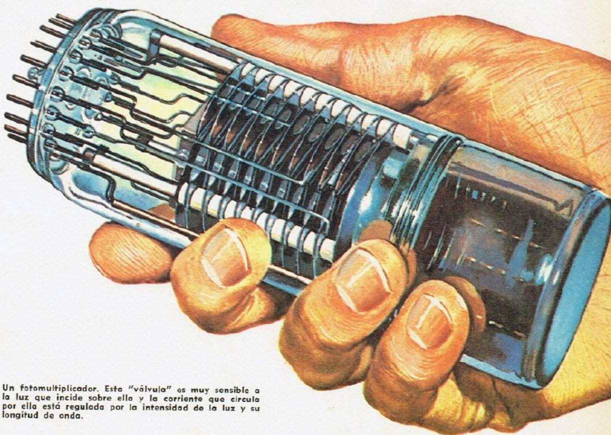
Naturalmente la corriente que se obtiene es muy pequeña pero existe un dispositivo muy ingenioso que es el *fotomultiplicador*. En el fotomultiplicador el electrón choca contra un ánodo curvo y el resultado es que el ánodo emite 5 ó 6 electrones que vuelven a dar en otro ánodo que a su vez multiplica por 6 y así sucesivamente; el nombre de fotomultiplicador se reserva a los casos en que los electrones que inician esta cascada o catarata son debidos a una emisión de luz (reciben el nombre de fotones).

LOS TRANSISTORES

El "transistor" es una válvula que funciona como las que hemos descripto, pero mucho más pequeña. Existen transistores microbio de 1 mm. por 3 mm., es decir, del tamaño de la letra "o" de una máquina de escribir. Sólidos, estables y duraderos son naturalmente menores que un centésimo de una lámpara común. Efectúan todas las tareas de la válvula electrónica; no poseen filamento y no necesitan corriente para calentarse. El transistor transmite con solo 9 voltios, en vez de centenares. Los más comunes se contruyen con finas láminas de germanio, que en algunos aspectos se comporta como un metal y en otras como un no-metal. El germanio impuro, llamado germanio "N", es conductor como un cable; cuando la impureza es de galio o indio entonces el germanio "P" se comporta curiosamente, muy similar al ánodo o grilla de la válvula común. Una lámina de germanio "N" en contacto con otra de germanio "P" forma un diodo. Los electrones impulsados por una batería pueden pasar del germanio N al germanio P *pero no en sentido opuesto*. Del mismo modo que en el diodo de Fleming, el germanio "N" equivale al cátodo y el "P" al ánodo. Si se ponen tres láminas de germanio en el orden "P N P" se forma un triodo.

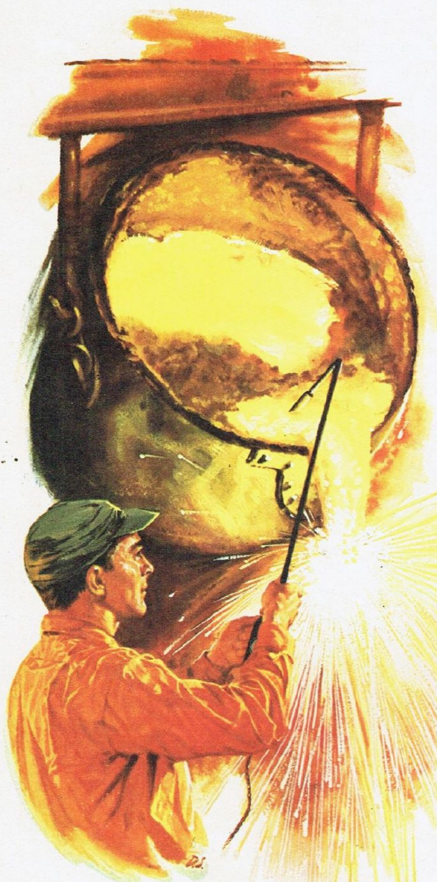
TUBOS CATÓDICOS

El tubo catódico es el dispositivo esencial de los televisores. Emite un haz de electrones orientado por un campo magnético, y una pantalla fluorescente que hace visible el haz o pincel de electrones. El haz de electrones se mueve con una velocidad fantástica porque no tiene inercia material; es casi como un rayo de luz, que puede desplazarse instantáneamente. El tubo de rayos catódicos es mucho más grande que las otras válvulas. Al explicar cómo funciona el televisor veremos que es un simple pincel, una simple línea de electrones que a velocidad fantástica recorre toda la pantalla decenas de veces por segundo de tal manera que el espectador tiene la impresión de una imagen continua. Existen otros usos de los tubos de rayos catódicos; el más común es el *osciloscopio*, que es un simple tubo de rayos catódicos que hace visibles magnitudes o fenómenos que varían muy rápidamente. Se lo utiliza para analizar sonidos y medir pequeñas corrientes, voltajes, intervalos de tiempo u oscilaciones de cualquiera otra índole. Otra de las aplicaciones de los tubos de rayos catódicos es el radar, que en esencia es un emisor de ondas y un receptor de sus ecos.



Un fotomultiplicador. Esta "válvula" es muy sensible a la luz que incide sobre ella y la corriente que circula por ella está regulada por la intensidad de la luz y su longitud de onda.

PARES TERMOELÉCTRICOS



El pirómetro de par termoeléctrico es un instrumento conveniente para medir la temperatura, por ejemplo, del acero en fusión. Una unión del par termoeléctrico se coloca en el metal fundido y se mide la corriente producida, con lo que se conoce la temperatura. La figura es esquemática: el obrero suele estar muy protegido.

La forma habitual de producir electricidad consiste en utilizar generadores, pilas o acumuladores. Pero hay otros medios que pueden adquirir mucha importancia en el futuro: se basan en las propiedades de los pares termoeléctricos. Un par termoeléctrico consiste simplemente en dos alambres de metales diferentes unidos en ambos extremos para formar un circuito. Ya en 1821 se descubrió que calentando una de las uniones se produce una débil corriente eléctrica, es decir, un flujo de electrones. La *termoelectricidad* es pues la conversión directa del calor en energía eléctrica o viceversa.

PIRÓMETROS

Una aplicación del par termoeléctrico es el pirómetro, instrumento destinado a medir altas temperaturas, como por ejemplo las de los metales en fusión. Este tipo de pirómetro se basa en que la corriente aumenta con la diferencia de temperatura entre ambas uniones. A menudo se conectan en serie varios pares termoeléctricos: así se forma una "termopila" que multiplica el efecto. Cuando se calienta uno de los extremos, introduciéndolo en un horno, se produce una corriente que puede medirse con un galvanómetro (instrumento muy sensible) intercalado en el circuito en la unión fría. Para temperaturas altas se utilizan alambres de platino o de aleación platino con 10 % de rodio. Este tipo de pirómetro rara vez se usa para medir temperaturas superiores a los 1.700° C.

Existen pirómetros de *radiación*, en los que una lente o especie de lupa concentra rayos calóricos y permite apreciaciones muy exactas en la industria del vidrio. En los pirómetros ópticos se usan "patrones" como el del arco voltaico (unos 3.550°).

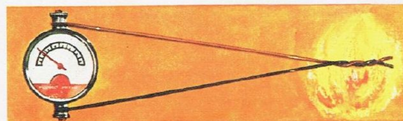
GENERADORES DE ELECTRICIDAD

Una posibilidad interesante es que el par termoeléctrico podría utilizarse en el futuro para producir electricidad directamente de la energía nuclear. En la actualidad el calor producido por la fisión del uranio se emplea para accionar las turbinas que, a su vez, impulsan los generadores, sistema complejo y antieconómico. Los experimentos han demostrado que al colocar un par termoeléctrico en un recipiente con materiales radiactivos, el calor de éstos produce inmediatamente electricidad. Calentando así un gran número de pares termoeléctricos podría obtenerse electricidad en cantidades industriales. Este método permitiría usar residuos radiactivos de los reactores, considerados hasta ahora como inútiles e indeseables. Cualquier sistema de elevación de temperatura sirve para generar electricidad, pero éste tendría la ventaja de ser barato.

Hay, sin embargo, muchas dificultades prácticas que deben superarse antes de poder producir un generador termoeléctrico de aplicación práctica. Los nuevos semiconductores han mejorado el panorama. La Martin Co. produce una barrita de titanato de estroncio, en uno de cuyos extremos hay estroncio 90, radiactivo, cuyo calor produce electricidad. Pero sólo se obtiene una fracción de vatio. Con gasolina se llega a 200-500 vatios y 150 voltios.

ENFRIAMIENTO TERMOELÉCTRICO

Es el mecanismo inverso. El paso de una corriente adecuada enfría la unión. Aunque con las termopilas de plomo-teluro + plomo-selenio se llega a enfriar 90° C *en la unión*, no se consiguen descensos superiores a 20° C en el refrigerador.



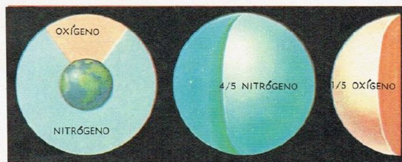
El galvanómetro, que mide la corriente generada cuando se calienta una unión del par termoeléctrico, puede darnos la temperatura real si se ha calibrado con objetos de temperatura conocida.

EL OXÍGENO ATMOSFÉRICO

El aire no es una sustancia pura, sino una mezcla constituida, principalmente, por nueve gases diferentes y vapor de agua. Alrededor del 21 %, o sea aproximadamente un volumen de cada cinco, es oxígeno, el gas del que depende la vida animal, además de muchas otras cosas, sobre la Tierra. Es un gas activo, que se combina fácilmente con muchas otras sustancias. El 78 % del aire, casi cuatro volúmenes de cada cinco, es de nitrógeno, gas inerte en el cual no es posible la vida tal como la conocemos. El 1 % restante se compone de los gases argón, bióxido de carbono, hidrógeno, neón, helio, criptón y xenón.

Por una cantidad de motivos (algunos de los más importantes se explican más adelante) es necesario separar de los otros gases el oxígeno del aire. El método industrial consiste en licuar el aire. El proceso comienza extrayendo del aire, mediante sustancias químicas que actúan como absorbentes, todo el vapor de agua y el bióxido de carbono que, al congelarse en etapas ulteriores del enfriamiento, taparía las cañerías. Luego una poderosa bomba comprime el aire limpio y seco a más de 200 veces la presión atmosférica normal, es decir, que 200 volúmenes de aire se ven obligados a ocupar el volumen de uno solo, con una presión de más de 210 kilogramos por centímetro cuadrado. Durante la compresión el aire se calienta enormemente, pero este calor se elimina con agua fría. Luego se deja expandir libremente el gas y, como ha perdido tanto calor, se enfría de tal modo que finalmente llega a una temperatura de 200° C bajo cero, es decir, 200 grados por debajo de la temperatura en que funde el hielo. Entonces se convierte en un líquido muy transparente; pero dado que el aire es una mezcla de gases, el aire líquido es también una mezcla de líquidos. Los distintos líquidos hierven por turno, pues se convierten nuevamente en gases a *diferentes* temperaturas. El nitrógeno líquido vuelve al estado de gas a una temperatura más baja de la que lo hace el oxígeno. Debido a esto, cuando se calienta el aire líquido y se lo deja caer dentro de un tanque que contiene varios tamices especiales, el nitrógeno se convierte en gas antes que el oxígeno y es retirado por la parte superior del tanque, mientras que el oxígeno líquido, de color azul muy pálido, queda en el fondo y se trasvasa a otro recipiente, que debe estar aislado para impedir que se caliente al entrar en contacto con el exterior.

Los tanques empleados para su transporte son como gigantescos termos, pero, a diferencia de los termos caseros, no deben tener tapón, porque el líquido está convirtiéndose continuamente en gas, que, a igualdad de peso ocupa 800 veces más espacio, y si no



El nitrógeno constituye aproximadamente las cuatro quintas partes de volumen del aire y el oxígeno alrededor de un quinto. Alrededor del 1 % consiste en vapor de agua, bióxido de carbono, helio, neón, argón, criptón y xenón.

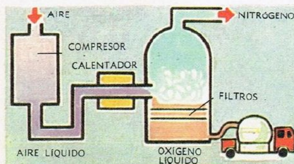
pudiera escapar pronto haría explotar el tanque. El fabricante debe calcular de antemano la pequeña pérdida que se producirá por la escasa superficie en contacto con el aire. Es muy conveniente transportar lo que sería un volumen enorme de oxígeno en forma de una pequeña cantidad de líquido. Para los proyectiles intercontinentales o astronáuticos se utilizan tanques de más de 100.000 litros.

EL CICLO DEL OXÍGENO

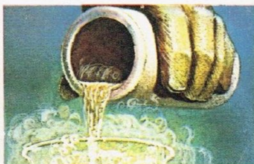
El abastecimiento del oxígeno, vital para los animales, es mantenido por las plantas, que producen oxígeno durante su proceso de síntesis de alimentos. Parte de él lo emplean para sí mismas pero el resto lo liberan en la atmósfera y queda a disposición de los animales que lo necesitan para respirar. En un día de sol brillante pueden verse salir pequeñas burbujas de oxígeno de los poros (estomas) de las hojas de las plantas acuáticas. De modo que el oxígeno se renueva continuamente por la actividad de los vegetales, que dependen a su vez de la energía solar.

NUESTRA RESPIRACIÓN

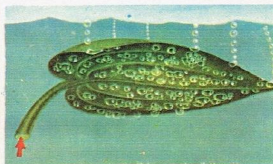
No podríamos vivir sin el oxígeno del aire, porque lo necesitamos para respirar. Nuestros tejidos no pueden utilizar otros gases como carburante. El nitrógeno, por ejemplo, debe ser obtenido de nuestros alimentos, donde por lo general está combinado con carbono, oxígeno e hidrógeno. La mucosa pulmonar es húmeda; el oxígeno y pequeñas cantidades de otros gases, especialmente anhídrido carbónico, se disuelven en esta humedad, y así atraviesan la mucosa para llegar a los capilares sanguíneos de los alvéolos pulmonares. En la sangre hay una sustancia (hemoglo-



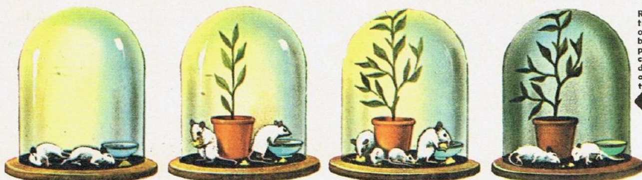
El oxígeno puro puede obtenerse licuando, por enfriamiento y presión, el aire atmosférico. Cuando la temperatura del aire líquido asciende, el nitrógeno vuelve al estado de gas antes que el oxígeno dejando a éste, líquido, sólo. El oxígeno es llevado luego a gigantescos termos que impiden que el calor lo evapore. Se basan en el principio del frasco de Dewar.



El oxígeno se licúa a 183 °C bajo cero. Cuando se lo vuelca de un recipiente a otro y toma contacto con el aire exterior comienza a hervir —es decir, vuelve a ser un gas— mientras la humedad ambiente se congela y forma una capa de hielo alrededor del recipiente que lo contiene.



En un día de sol brillante es posible ver a las hojas de las plantas acuáticas desprender burbujitas de oxígeno a través de sus poros o estomas. Este oxígeno es emitido durante el proceso de síntesis de alimentos de la planta, en el que se unen bióxido de carbono y agua para formar hidratos de carbono.



Ratones encerrados en una campana hermética pronto mueren pues consumen todo el oxígeno, que convierten en bióxido de carbono. Si en la misma campana se ubica una planta, los ratones vivirán sin mayores dificultades porque la planta toma el bióxido de carbono que necesita para fabricarse sus alimentos, y libera oxígeno, pero sólo mientras haya luz (no verde).



En el pulmón humano penetra el aire; allí se absorbe el oxígeno y se libera bióxido de carbono, que es espirado.

bina) que se combina con el oxígeno. La hemoglobina transporta el oxígeno a todos los tejidos del cuerpo, que lo utilizan para quemar azúcar, grasas o proteínas y producir energía.

Siempre hay oxígeno disuelto en el agua. Los peces lo extraen del agua que pasa por sus agallas o branquias. También los insectos necesitan oxígeno, aunque carezcan de pulmones. Sus cuerpos están perforados por "tráqueas", que llevan el oxígeno directamente de los estigmas exteriores a los tejidos.

FISIOLOGÍA DE LA ALTITUD

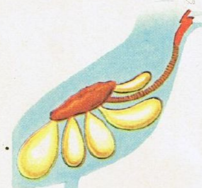
Los hombres que deben ir a regiones de aire enrarecido (montañas, aviones, etc.) llevan consigo su provisión de oxígeno, por lo general en cilindros de gas comprimido, y lo inhalan mediante máscaras que les cubren la nariz y la boca. Los grandes aviones comerciales llevan una provisión de oxígeno comprimido para casos de emergencia o aterrizajes en lugares elevados, como La Paz, en Bolivia. En un vuelo transatlántico de ocho horas 100 personas consumirán aproximadamente 27 metros cúbicos de oxígeno, o sea alrededor de un tercio de la provisión con que el avión comienza el viaje. Los hospitales usan "carpas de oxígeno" para los enfermos que tienen dificultades respiratorias, cardíacas o hematológicas y para hacer más efectiva la respiración artificial.

LA LLAMA

La combustión no es sino su combinación con el oxígeno. La llama se define como una explosión controlada. Se engendran otras sustancias, cenizas y gases. Un combustible puede arder con mayor intensidad en oxígeno puro, ya que en el aire el oxígeno está diluido en otros gases. Esto se aprovecha para la soldadura de metales mediante sopletes oxiacetilénicos u oxhídricos. La llama de alta temperatura funde los bordes de las piezas y el metal de aporte, los que al enfriar pasan a formar una sola masa. El oxígeno puro, a altas temperaturas, quema al acero (un alambre de hierro arde violentamente en una campana de oxígeno). Esto se emplea para el corte de planchas; el operario puede seguir un diseño previamente marcado con una precisión de décimas de milímetro. Para ello se procede así: primero se calienta mediante el soplete oxiacetilénico el acero hasta el rojo blanco. Luego se deja solamente el oxígeno, el que produce un corte nítido. Este sistema se emplea en los astilleros para cortar las planchas de los cascos de los barcos.



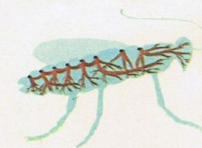
En algunos casos en que el oxígeno debe transportarse no es práctico licuarlo; es mucho más económico "comprimirlo".



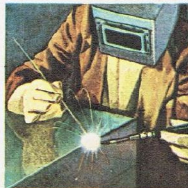
Los sacos aéreos del cuerpo de las aves voladoras contienen la provisión adicional de oxígeno requerida para el vuelo.



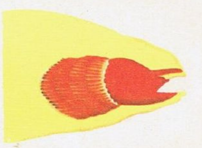
Cuatro quintos del aire que respiramos es nitrógeno inerte. Las carpas de oxígeno a veces empleadas en los hospitales permiten a enfermos débiles obtener el vital gas sin necesidad de respirar profundamente, pues multiplican por cinco el gas activo que llega a los alvéolos pulmonares.



Los insectos no tienen pulmones. El aire es llevado a los distintos tejidos por tubos llamados tráqueas.



Los bordes de las piezas a soldar se funden debido al calor de la llama de gas acetileno mezclado con oxígeno puro.

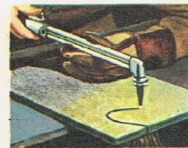


Los peces no poseen pulmones. Extraen el oxígeno disuelto en el agua mediante sus branquias. Los embriones de los mamíferos poseen reminiscencias de ellas.





Cuando algo arde, p. ej. un cigarrillo, está combinándose químicamente con el oxígeno. Pero en el aire el oxígeno está diluido en otros gases inertes. Todo lo que arda en el aire común lo hará mucho más violentamente en oxígeno puro. El cigarrillo, por ejemplo, estallará en llamas.



El delgado chorro de oxígeno ardiendo en acetileno funde el acero y produce un corte nítido, que el operario traza con exactitud.

CADENAS DE CARBONOS

Noé conoció a sus expensas el alcohol etílico; en Egipto se conocía el índigo; Sócrates bebió la cicuta. Entonces, si las sustancias orgánicas ya se conocían, ¿por qué se tardó en analizarlas?

EL ORIGEN DE LA QUÍMICA ORGÁNICA

La química orgánica comenzó hacia la mitad del siglo XIX pero se precisaron décadas para lograr una definición clara. Las causas son bastante sencillas: 1º) las sustancias producidas por los seres vivos se presentan en forma de mezclas complejas, difíciles de separar; 2º) desde la prehistoria y sobre todo desde hacía 3 siglos, el hombre *aislaba los elementos*, las materias primas, los ladrillos con los cuales se edifican las sustancias químicas. Fueron cuatro genios: Liebig, Dumas, Canizzaro y Kekulé, los creadores de la química orgánica. Hay que comprender bien qué es la química orgánica: no se trata, como suele decirse habitualmente, de la *química del carbono*, sino que es una *química que se ocupa de edificios moleculares sumamente complejos*. No puede por lo tanto destruir esos edificios en elementos simples, sino que trabaja con trozos importantes de ellos, es decir, con procedimientos exentos de toda brutalidad.

LA GRAN INDUSTRIA QUÍMICA ORGÁNICA

Es superfluo elogiar la importancia moderna de la química orgánica; nuestra época es más la era de la química que la de la electrónica. La química orgánica empezó con la *extracción* a partir del carbón de hulla y otros elementos naturales; luego se ocupó de la *transformación* de los materiales que obtenía; y por último llegó a la *síntesis*, que es lo que hoy la caracteriza. La química es ahora, por fin, la conquista de los materiales. Elabora materias primas, nos entrega combustibles y alimentos, nos entrega ropa, fibras y plásticos, lucha contra los parásitos, las plagas y el dolor, etc., etc.; y es una poderosa arma de ataque.

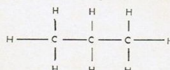
LOS NOMBRES QUÍMICOS

Hay actualmente un millón de compuestos orgánicos conocidos y estudiados. Al principio los problemas de nomenclatura eran simples; pero se vuelven cada vez más complejos y se siguen las reglas adoptadas últimamente en Ginebra. La fórmula de un específico, que nos parece incomprensible, describe para el químico en muy pocas palabras cómo está edificada esa sustancia. Digamos por ahora que hay tres grandes grupos de compuestos orgánicos: los grupos acíclicos en los que los átomos de carbono forman cadenas lineales; los compuestos *cíclicos* en los que los átomos de carbono forman anillos cerrados; y los grupos *heterocíclicos* en los que dentro del anillo se introduce un átomo que no es de carbono. Pero no olvidemos que un edificio no sólo se define por sus materiales, sino por su estructura, su *plano* de construcción.

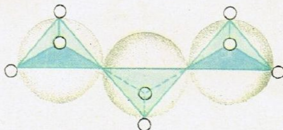
LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS

Sabemos que el carbono tiene la propiedad de formar cadenas casi infinitas de compuestos. No es el único en hacerlo y otros elementos como el boro gozan de la misma característica, aunque en un grado menor. El segundo punto de importancia es la valencia del carbono; el número de electrones que gira en su capa exterior es de 4, o sea que le faltan 4 para completar dicha capa externa, de manera que puede ganar 4 o perder 4 electrones. *Ésta es la clave de la química orgánica: el lector no debe olvidarlo nunca.*

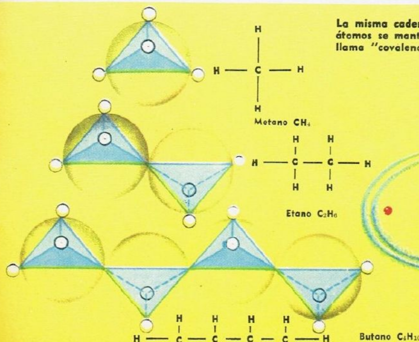
En otros artículos de química hemos hablado de átomos que transfieren electrones, que se despojan de electrones, como el cloro y el sodio. Este tipo de unión es una *unión eléctrica* y se llama *iónica*. En los compuestos orgánicos la unión es completamente distinta; los electrones *se reparten* entre los átomos, giran alrededor de ambos, forman lo que se llama una *covalencia*. De



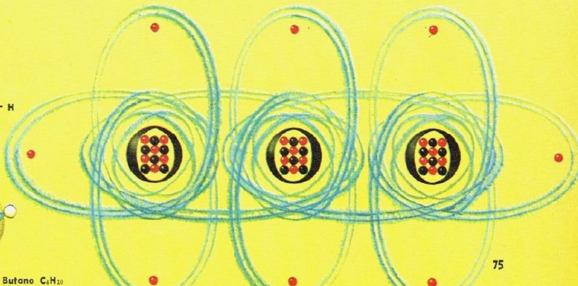
La manera más sencilla de representar una cadena de átomos de carbono. La "C" represento un átomo de carbono; la "H" uno de hidrógeno. El cuerpo es C_3H_8, o "propano" (un gas del petróleo).



Representación más detallada de la misma cadena. Cada tetraedro representa un átomo de carbono y cada esferita blanca, ubicada en los vértices libres, uno de hidrógeno. La fórmula global es la misma, C_3H_8.



La misma cadena (en la realidad una molécula de propano, C_3H_8) en la que se muestra cómo los átomos se mantienen unidos por los electrones que comparten entre sí. Este tipo de unión se llama "covalencia".



REABASTECIMIENTO DE UNA FERRARI ESPECIAL PARA CARRERAS

Los carburantes para automóviles de carrera contienen una cuidadosa mezcla de hidrocarburos de cadenas rectas o ramificadas que permite obtener el máximo rendimiento del motor, amén de otros ingredientes.

esta covalencia surgen las principales características de los compuestos orgánicos; no son generalmente solubles en agua porque no forman iones, pero en cambio son solubles en líquidos no acuosos; no conducen electricidad porque tampoco forman iones; y su punto de fusión y de destilación es bastante bajo.

LOS HIDROCARBUROS

Se componen solamente de carbono y de hidrógeno. Entre ellos están la gasolina, el butano, el queroseno y en general los combustibles líquidos para automóviles. Los automovilistas son a veces escépticos sobre las virtudes de las diferentes marcas comerciales; pero pueden equivocarse, porque las mezclas de carburantes suelen ser sumamente diferentes unas de otras. La fuente de todos estos hidrocarburos, cuyo nombre clásico es el de *parafina* es el petróleo (y los gases correspondientes) formado en épocas pasadas. De estas materias primas obtenemos vaselina, aceites lubricantes, queroseno, gasolina, butano. El miembro más simple de la serie, con un solo carbono y sus cuatro valencias llenadas con hidrógeno, es decir, de fórmula CH_4, es el llamado metano o gas de los pantanos (es el gas grisú de las minas de carbón).

SERIES SUPERIORES

El átomo del carbono tiene cuatro valencias y una fuerte tendencia a ocuparlas, sea con otros átomos de carbono, sea con los de otras sustancias. Si está solo y ocupa sus 4 valencias con átomos de hidrógeno tendremos metano. Si en cambio dos átomos de carbono se unen, como dos tetraedros por sus puntas, quedarán seis puntas disponibles y tendremos seis átomos de hidrógeno: esta fórmula C_2H_6 será el etano, gas incoloro, insípido, inodoro e inflamable. Así sucesivamente llegamos al tercer miembro, llamado propano, con 3 átomos de carbono y 8 de hidrógeno; luego al butano, con 4 átomos de carbono y 10 de hidrógeno, y así sucesivamente. El propano y el butano son gases pero se licúan fácilmente.

HIDROCARBUROS ACÍCLICOS

Todos estos hidrocarburos forman cadenas abiertas. — Los electrones externos, como hemos dicho, son compartidos entre átomos de carbonos vecinos, lo que los mantiene firmemente unidos. Las cadenas lineales de hidrocarburos que contienen más de 4 átomos de carbono hasta un máximo de 17 son líquidos a las temperaturas normales; entre ellos es muy interesante el octano, compuesto por 8 carbonos. Son todos combustibles para motores de explosión, fácilmente evaporables. Cuanto más larga es la cadena más alto es el punto de ebullición. Más allá de 17 átomos los hidrocarburos lineales son sólidos y funden a altas temperaturas (mientras no sean olefinas, que estudiaremos en una próxima nota).

DESTILACIÓN

Los diferentes puntos de ebullición de los hidrocarburos permiten separarlos por destilación fraccionada. Se calienta el petróleo crudo, sus vapores pasan por una torre de fraccionamiento, y se condensan por etapas.

A medida que la cadena de carbonos se hace más larga las sustancias tienden por lo general a volverse sólidas.

GASES
(4 átomos de carbono o menos)
El metano, el etano, el propano y el butano son gases a la temperatura ambiente. Se los obtiene de los yacimientos petrolíferos, desde donde se los envía por gasoductos hasta los centros industriales para emplearlos como combustible o materia prima para la petroquímica. Las garrafas de gas natural licuado son una fuente muy cómoda de combustible y reemplazan los cilindros de acetileno para soldadura.

LÍQUIDOS
(entre 5 y 16 átomos de carbono)
Desde el pentano (5 átomos de carbono) hasta el hexadecano (16 átomos de carbono) los miembros de la serie de las parafinas son todos líquidos. Los de punto de ebullición entre 40°C y 210°C se usan para motores de explosión. Los que hierven entre 175°C y 300°C forman el queroseno, y los que lo hacen entre 225°C y 375°C constituyen el diesel oil y los aceites lubricantes.

SÓLIDOS
(17 átomos de carbono o más)
Los miembros de la familia de las parafinas que poseen más de 16 átomos de carbono son más o menos sólidos. Distintas mezclas de estas pesadas parafinas forman la vaselina, la parafina sólida y el asfalto, que se utilizan en la construcción de caminos. Existen depósitos naturales, seguramente residuos de lagos superficiales de petróleo desaparecidos por evaporación de los hidrocarburos ligeros.



REABASTECIMIENTO DE UN SUPERMARINE SPITFIRE DURANTE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL

Los motores de aviones utilizan combustibles de alto índice de octanos, que contienen gran proporción de cadenas ramificadas de carbono.

ISÓMEROS

Hasta ahora hemos hablado de cadenas lineales, pero nada impide que una serie de 4 átomos de carbono, en vez de tener la forma de una línea recta, tenga la forma ramificada de una "Y"; en este caso, en vez de llamarse "butano normal" se llamará "isobutano".

La fórmula bruta será la misma pero la construcción del edificio será diferente. Los isómeros hierven siempre a temperaturas más bajas que las formas normales. Se concibe que una molécula con muchos carbonos, 20 por ejemplo, pueda tener una cantidad enorme de isómeros (casi 400.000).

COMBUSTIBLES

Los hidrocarburos lineales no son los combustibles soñados para los motores porque arden con excesiva velocidad y en vez de empujar suavemente al pistón producen el conocido "golpeteo" del mismo. Los hidrocarburos ramificados se queman más lentamente y por eso se los introduce en los combustibles para motores a explosión, sin dejar de añadir el plomo-tetraetilo que reduce la velocidad de combustión. La cualidad "antidetonante" de un combustible se mide por su "índice de octanos". Algunos se asombran al leer que un combustible llega a *más de 100 octanos*, como si una proporción superior al 100 % fuera concebible. Sin embargo, la explicación es simple. La clasificación se estableció cuando se creía que el *iso-octano*, uno de los isómeros del octano normal, era el que gozaba de la mínima propensión a detonar; por otra parte se imaginaba que era el *heptano* normal, de siete carbonos en línea recta, el de mayor tendencia detonante. Entonces se atribuyó el índice "100" al iso-octano puro, y el índice "0" al heptano normal puro. Luego las cosas cambiaron. ¿Cómo se determina el "índice octánico" de un combustible? Por simple comparación. Si por ejemplo se ensaya una gasolina que produce un golpeteo o pistoneo igual al de una mezcla de 70 partes de iso-octano y 30 partes de heptano normal, diremos que su "número de octanos" será de 70. Para un automóvil, 80 es un buen índice. En los aviones a pistón se procura obtener índices muy altos, a menudo superiores a 100. Se concibe fácilmente que la química moderna, con combinaciones especiales y nuevos antidetonantes, logre mezclas de índice superior al iso-octano puro.

CRAQUEO

Hay muchas clases de petróleos crudos: unos son livianos, otros son pesados. Por otra parte, las necesidades de la industria en materia de combustibles, de asfaltos o de lubricantes son variables, sin hablar de los innumerables productos de la petroquímica. El craqueo —que significa "romper" y se traduce por "pirólisis", que a su vez equivale a "quebrar por el fuego"— es el procedimiento que permite a las destilerías ajustarse a las fluctuaciones de la demanda. El craqueo consiste esencialmente en calentar a gran presión los aceites pesados hasta quebrar las cadenas de carbono; pero en la práctica es una tarea extremadamente especializada, que emplea *catalizadores*, sustancias que orientan una reacción sin participar en ella, es decir, que se recuperan intactas una vez concluida la operación. No olvidemos, por otra parte, que la petroquímica sigue el procedimiento inverso: parte de gases de bajo peso molecular y los *polimeriza*, forma larguísimas cadenas como por ejemplo las del polietileno.

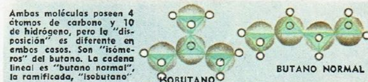
EL PETRÓLEO Y EL HOMBRE

La industria del petróleo es una realización humana y un episodio importante de nuestra historia. Provocó la decadencia de los países que monopolizaban el carbón, y quizá ceda a su vez ante la energía atómica.

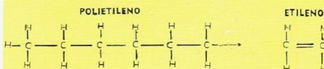
El petróleo, en sí, no fue nada hasta que no se inventó el automóvil. Pero desde entonces, con ayuda del caucho (que hoy ayuda a fabricar) derrotó a la máquina de vapor y al ferrocarril. Aunque es barato, crea grandes riquezas y también legiones de esclavos. Es aún tan necesario que no se escatiman esfuerzos para hallar nuevas fuentes. Pero no olvidemos que no es inagotable: es una forma de energía fósil, no vuelve a formarse año tras año como nuestras cosechas: proviene de eras desaparecidas.

El petróleo moderno es un trozo de ciencia y de acción. Sin él, el ingeniero y el científico tendrían las manos atadas. Es también un producto de interés público, y crea necesidades *irreversibles*. Estudiaremos más adelante la enorme e imprevisible cantidad de productos que suministra o abarata, y las comodidades que brinda. El petróleo ha hecho en gran parte, del hombre moderno, lo que deseaba ser: el amo de la naturaleza.

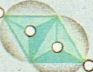
Ambas moléculas poseen 4 átomos de carbono y 10 de hidrógeno, pero la "disposición" es diferente en ambos casos. Son "isómeros" del butano. La cadena lineal es "butano normal", la ramificada, "isobutano".



La molécula de la derecha es etileno; la larga cadena de la izquierda es parte de una molécula de polietileno. Calentándolas bajo grandes presiones las moléculas de etileno se unen para formar polietileno. (Polimerización.)



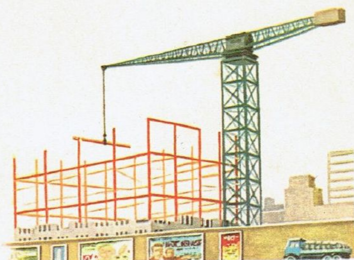
Ésta es una molécula de etileno. Contiene una "doble unión" entre sus átomos de carbono (una arista de cada tetraedro, con sus 2 vértices). El etileno es el primer miembro de una familia de cadenas de carbono denominadas OLEFINAS, que contienen esas uniones dobles.

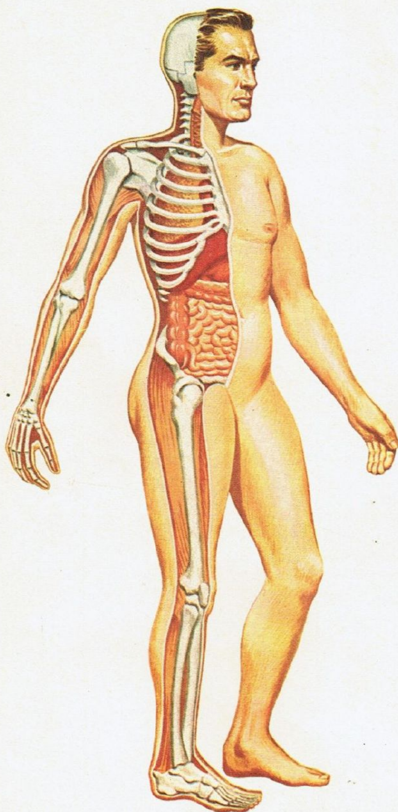


Ésta es una molécula de "acetileno". Sus átomos de carbon están unidos por una "triple unión", sólo quedan libres 1 vértice de cada tetraedro para alojar átomos de hidrógeno. La fórmula es pues C_2H_2, y los tetraedros de carbono se unen por una cara entera o sea por tres "valencias".



¿ES NECESARIO





En los edificios modernos una estructura interna sostiene el peso de las paredes. Del mismo modo, los músculos y demás órganos del cuerpo humano se apoyan en una estructura ósea, el esqueleto. El hueso es ocho veces más fuerte que un mismo volumen de hormigón y sólo cinco veces menos resistente que el acero. Se compone de unas 7/10 partes de mineral duro (fosfato tricálcico) y de 3/10 partes de sustancia orgánica elástica.

EL ESQUELETO?

La respuesta a la pregunta del título es evidentemente afirmativa.
Hay dos tipos de esqueleto: los invertebrados poseen un esqueleto exterior o *exoesqueleto* constituido por un caparazón rígido. Los vertebrados —llamados así por sus vértebras— utilizan un esqueleto interno o *endoesqueleto*.

FUNCIÓN DE SOSTÉN

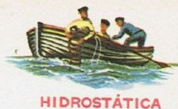
En primer lugar, el esqueleto *sostiene* las partes blandas y evita que se conviertan en una masa informe. El tamaño del esqueleto está en relación con el peso del animal y con el medio en que vive. En efecto, los animales terrestres poseen esqueletos mucho más fuertes que los marinos, porque el agua equilibra gran parte del peso de estos últimos. Es posible darse una idea del tamaño de los huesos necesarios para sostener un animal realmente grande si se observan los fósiles. Los huesos de las patas del *brontosaurio* tenían más de treinta centímetros de espesor y sin embargo es casi seguro que este animal vivió en zonas pantanosas donde las aguas sostenían en parte su enorme peso, pues aun huesos de ese tamaño no habrían podido sostenerlo. Los grandes animales corredores terrestres, como el *tiranosaurio*, poseían también esqueletos imponentes. En cambio, la ballena, en relación a su tamaño, posee un esqueleto muy liviano. Si ese animal "encalla" en la costa, su enorme peso comprime sus pulmones y le impide respirar, ahogándola (la ballena se distingue de los animales terrestres en que no tiene caja torácica).

FUNCIÓN DE MOVILIDAD

El esqueleto es un juego de palancas que facilita la *movilidad*. Salvo en los animales más simples, el movimiento se consigue mediante la contracción y alargamiento de músculos, que se insertan en los huesos. El esqueleto comprende las articulaciones necesarias para convertir esas contracciones o alargamientos en movimientos aprovechables. No debe olvidarse que la movilidad no es sólo *traslación*. Por ejemplo, el aparato muscular que mueve las mandíbulas y la robustez de éstas son a veces considerables. Las articulaciones se adaptan exactamente para la eficacia del movimiento; los dientes de los carnívoros "engranan" perfectamente, mientras los maxilares de los rumiantes tienen movimientos laterales.

FUNCIÓN DE PROTECCIÓN

Como el esqueleto es por naturaleza duro, puede servir también para *proteger* órganos vitales. Ejemplos: la caja craneana; la columna vertebral, que protege la médula; las costillas y el esternón, que protegen el corazón y los pulmones; y, sobre todo la pelvis.
Nótese que el peso del cráneo pasa a la columna; ésta suma el del tronco y lo transmite a la pelvis por el sacro. De la pelvis, el peso total pasa, por las cabezas de ambos fémures, a las piernas.
Como el volumen y el peso aumentan en proporción al cubo de las dimensiones lineales, mientras la fuerza de las estructuras que soportan al animal, como las piernas, sólo aumenta en proporción al cuadrado, la fuerza mecánica y la estabilidad tienden a decrecer al aumentar el tamaño. La corpulencia no es una ventaja absoluta en tierra firme, y de hecho los animales demasiado grandes tienden a desaparecer.



HIDROSTÁTICA

LA PRESIÓN BAJO EL AGUA

Hablamos de "presión" cuando una fuerza se distribuye sobre una superficie. Para una fuerza invariable, si la superficie es grande la presión es pequeña. Cuando clavamos, el impulso del martillo se reparte sobre la minúscula superficie de la punta del clavo, origina una gran presión y el clavo penetra en la madera; las cosas serían muy diferentes si tratásemos de meter el clavo por la cabeza.

Un litro de aire sólo pesa algo más de un gramo. Pero la atmosfera tiene muchos kilómetros de altura y su peso nos somete, al nivel del mar, a una presión de cerca de un kilo por cada centímetro cuadrado, lo que equivale a unos 15.000 kilos para todo el cuerpo. Se dice que esa presión de 1.033 gramos por centímetro cuadrado vale "1 atmósfera".

Un litro de agua de mar pesa ochocientas veces más que uno de aire: 1.030 gramos. Un cálculo sencillo nos muestra que para cada diez metros de profundidad una nueva atmósfera de presión *se suma* a la que ya soportábamos en la superficie. Así, a 10 metros la presión es de 2 atmósferas, y a 50 metros es de 6 atmósferas.

CÓMO SE CALCULA LA PRESIÓN

Supongamos un tubo de 1 cm^2. de sección y 10 m. de altura. Tendrá entonces un volumen de 1.000 cm^3., es decir de 1 litro, y pesará por lo tanto 1 kg. Ese kilogramo se ejercerá sobre el cm^2. de sección. Sabemos por un artículo anterior que la presión en los líquidos se transmite en todo sentido. Por lo tanto a cada 10 m. de profundidad en el agua reina una presión adicional de 1 kg. por cm^2. (varía un poco con la densidad del agua).

LA RESPIRACIÓN

En la respiración tenemos que ver tres aspectos. Primero, dilatamos y comprimimos el tórax que es como un fuelle que expande y comprime los pulmones. Si la presión del agua es muy grande, los músculos ya no pueden vencerla y la respiración se hace dificultosa o imposible. De allí que en sumersión libre, es decir la que practican los acuanautas, no es prudente pasar de los 12 ó 15 m. de profundidad: a 15 m. de hondura la presión total que soporta el cuerpo pasa de los 40.000 kg. En segundo lugar, nuestro movimiento respiratorio está destinado a suministrarnos oxígeno; necesita por lo tanto mantener un cierto ritmo y recibir una cierta cantidad de oxígeno; aunque la proporción de oxígeno es sólo de una quinta parte del volumen del aire, como es bastante pesado, el peso del oxígeno es casi un 30 % del aire inspirado. Habitualmente inspiramos unos 7 litros por minuto, pero nuestros pulmones contienen aire de reserva y aire residual, de manera que se ven a veces sumersiones de acuanautas a profundidades bastante mayores que las antedichas. El tercer punto clave de la respiración es el anhídrido carbónico, sumamente importante porque es el que excita el centro respiratorio. Cuando carecemos de anhídrido carbónico nos quedamos sin respirar, en un estado llamado de apnea. Es por esta razón que a los enfermos bajo carpa de oxígeno se les suministra carbógeno, que es una mezcla de oxígeno y anhídrido carbónico. Este último excita el centro respiratorio del bulbo raquídeo.

LA SUMERSIÓN EN DESNUDO

A 30 m. de profundidad se soporta más de 65.000 kg. de presión (4 kg. por cm^2.); pero es cierto que utilizando el aire residual algunos acuanautas han llegado a 39 y hasta a 45 m. Sin embargo los accidentes de la presión no son sólo respiratorios: a los 4 m. de profundidad el tímpano sufre; a los 7 m. aparece una neuralgia

Los músculos respiratorios no pueden vencer la presión a partir de cierta profundidad. El buzo respira aire comprimido.



Al nivel del mar, el buzo soporta, como todos nosotros, normalmente, el peso de una atmósfera de presión.



A 100 metros de profundidad, el buzo soporta 1 atmósfera de presión normal, más 10 de presión del agua.



A cada 10 metros de profundidad, el buzo soporta 1 atmósfera más, es decir, 1 kg. más por centímetro cuadrado.

Marcas Mundiales. — Con métodos especiales, y por tiempos muy breves, se han logrado estas profundidades: un acuanauta, 130 m.; un buzo con traje flexible, 218 m.; un estadounidense en campana con mezcla de helio y oxígeno, 165 m.; con el batiscafo y similares se han llegado a las fosas más profundas del océano.

sería. Por otra parte los órganos de la deglución están en contacto con el oído medio por la trompa de Eustaquio que puede taparse y cuando el nadador ascienda sufrirá dolores sumamente serios por excesiva presión en su oído medio. En este último caso se utiliza la maniobra de Valsalva que consiste en cerrar bien la boca y la glotis y soplar muy fuerte por la nariz a fin de equilibrar las presiones.

A los 15 m. de profundidad, las cosas se agravan: se irritan los canales semicirculares del oído interno, que son los órganos de nuestra orientación. Si a esa profundidad el nadador gira la cabeza, por ejemplo porque ve una presa, es decir baja una oreja, oye un silbido brutal y un velo negro tapa su vista; esa ceguera transitoria lo aterra. Luego sufre el llamado vértigo de Menière, es decir que al desaparecer la ceguera ve la superficie pero no sabe hacia dónde se dirige. Otro aspecto serio es el de la temperatura; no se debe bajar de los 33°. A los 40 m. de profundidad la temperatura es de 20° y no hay que olvidar que es el frío quien suele matar a los náufragos a pesar de estar protegidos por los flotadores (la ropa isotérmica es sumamente incómoda). Por último se debe tener muy en cuenta que al ascender el nadador el anhídrido carbónico que estaba disuelto en la sangre y que le había dado sensación de angustia al excitar el nudo vital de Flourens o centro respiratorio del bulbo raquídeo, distiende los alvéolos pulmonares con lo cual aumenta esa angustia. En síntesis, el nadador de profundidad necesita voluntad para vencer la sensación de angustia y vigilar la atonía muscular, la torpeza y eventualmente el síncope. Pero debe tenerse en cuenta que el nadador se mantiene muy poco tiempo sumergido: de 40 a 60 segundos, y ello disminuye apreciablemente el peligro.

AIRE COMPRIMIDO PARA LOS BUZOS

Al respirar aire comprimido, la presión interna del tórax equilibra el peso aplastante del agua, y gracias a este contrapeso los músculos respiratorios del buzo trabajan cómodamente. Pero entonces, ¿por qué no se debe pasar de los 70 m. aún con escafandra? Todo lo que decimos en este caso vale para las escafandras autónomas de los acuanautas, al estilo de las del comandante Cousteau, en las que la presión del aire equilibra automáticamente la presión del agua mediante un mecanismo especial.

EL NITRÓGENO A PRESIÓN ES UN NARCÓTICO

Este gas "inerte" al nivel del mar se disuelve en los lípidos (cuerpos grasos que abundan especialmente en el sistema nervioso) cuando su presión llega a 6 ½ kg. por centímetro cuadrado. Esto ocurre hacia los 70 metros, donde la presión total es de unos 8 kilos (y el nitrógeno, que forma el 80 % del aire, es responsable del 80 % de la presión, o sea de unos 6 ½ kg.). El efecto narcótico del nitrógeno explica por qué aumentan tanto los errores de los buzos al acercarse a la profundidad crítica. Más adelante la ideación se vuelve incoherente, el buzo no sabe ya por qué bajó, y aun llega a querer desconectar su escafandra y echarse a dormir. En definitiva experimenta falta de lógica y una especie de euforia atontada.

Por esta razón, cuando resulta necesario descender a profundidades peligrosas, es obligatorio bajar en grupo. Cuando se trata de hazañas o trabajos muy especiales, se da a respirar una mezcla de oxígeno con helio o hidrógeno; así se han logrado profundidades extraordinarias, pero hubo accidentes mortales a pesar de tratarse de casos en que la preparación científica y deportiva eran sumamente completas.

EL OXÍGENO A PRESIÓN ES UN VENENO

No se administra oxígeno puro a los buzos de alta profundidad, porque a una presión de 2,2 kg. por cm². se convierte en veneno: esta presión, de un poco más de dos atmósferas, corresponde a unos 12 m. de profundidad si se respira oxígeno puro. En cambio, si el oxígeno está en la misma proporción que en el aire, la presión crítica será de 100 metros (11 atmósferas, de las cuales el oxígeno inhalado participa en más del 20 %). En resumen, el oxígeno a 100 m. es un tóxico violento y súbito que produce convulsiones y a veces una muerte rápida. El problema es más grave en los usos militares, porque a menudo hay que usar el oxígeno en circuito cerrado con el fin de evitar burbujas delatoras, y los aparatos son entonces de oxígeno puro; para usos militares se prohíbe toda sumersión mayor de los 13 m.

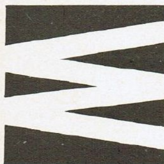
ACCIDENTES AL ASCENDER

Cuando se destapa una botella de bebida gaseosa aparecen burbujas en el seno del líquido. Lo mismo ocurre en la sangre de un buzo que, después de estar sumergido a profundidades apreciables, asciende bruscamente. Con la descompresión, los gases disueltos forman rosarios de burbujas en los vasos capilares, y los obstruyen. El remedio inmediato para esta "aeroembolia", que puede ser mortal, está en recomprimir al paciente y luego disminuir lentamente la presión para dar tiempo a la evacuación de los gases sobrantes por los pulmones. En otro documental veremos en detalle qué precauciones se adoptan en tales casos.

APARATOS PARA MEDIR LA PRESIÓN

En resumen no difieren de los manómetros comunes. Pero en algunos se usan los *transductores*. El transductor es un aparato que convierte la presión en una corriente eléctrica y entonces emite una señal de alarma. Hay otros aparatos que al llegar a una presión de 2 ½ atmósferas levantan un peso y advierten así el peligro.

Hay dos medidas de presiones. La que se indica por *psia* indica la presión absoluta en libras por pulgadas, es decir, contando la presión atmosférica; la que se indica por *psig* indica simplemente la presión adicional bajo el agua sin tener en cuenta la presión atmosférica.



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

QUÍMICA PARA HISTORIADORES

Se estrecha la cooperación entre Ciencia e Historia. El procedimiento para fechar acontecimientos mediante los anillos anuales de los troncos de árboles es muy conocido. Pero el método se extiende ahora a otras sustancias.

Deterioro del vidrio antiguo. — En los objetos sumergidos, el agua "lava" los elementos solubles; en los enterrados, la corrosión depende de la humedad. Los cortes de tronco de árbol permiten, para cada año y región, conocer esos datos fundamentales: temperatura y humedad.
Lo importante es que el desgaste se traduce en **capas anuales separadas,** de un espesor de 3 a 15 milésimos de milímetro cada una. El error, por ejemplo para estudios sobre los comienzos del Islam, es de 10 a 15 años.

Análisis químicos. — El vidrio puede contener hasta 26 elementos. La sílice, el sodio y el calcio no cambian. Pero es muy variable, según el país y la época, la concentración de manganeso, magnesio, potasio, antimonio, plomo y bario. Así, se ha demostrado que los primeros objetos de vidrio llegados a China fueron importados de Siria; luego aparece la fabricación local, carente de plomo y abundante en bario.
Si eliminamos las subdivisiones geográficas, las clases "históricas" principales forman el cuadro siguiente:

FECHA	Manganeso	Magnesio	Potasio	Antimonio	Plomo
s. XV a s. VII a. C. . .	—	+	+	no	no
s. VI a s. IV a. C. . . .	no	no	no	+	no
Romano: de s. IV a. C. a s. IX d. C.	+	no	no	no	no
Islámico temprano: s. VIII a X	+	+	+	no	no
Islámico a base de plomo, hasta después del s. X	—	—	—	no	+

En el vidrio tipo **flint** se forma una pátina, pero la relación con el tiempo no es aún clara.

Obsidiana. — Es una roca volcánica que se hidrata lentamente. La profundidad a la que el agua penetra no depende de la humedad, pero es función de la temperatura. Lo interesante es que el índice de refracción aumenta sensiblemente con la hidratación, y entonces el espesor de dicha capa hidratada resulta muy visible al microscopio (11 micrones anuales en el Ecuador; 6½ en zonas templadas; 0,4 en el Ártico). El método es satisfactorio cuando la antigüedad es superior a 1.000 años, y ya reveló bastantes fraudes. La zona de mayor precisión (5 %) se sitúa entre los 70.000 y 200.000 años de antigüedad.

Termoluminiscencia mineral. — Es un método aún embrionario, pero muy prometedor. Se basa en que las radiaciones solares dejaron electrones "atrapados" en los carbonatos sedimentarios. La paulatina huida de estos electrones da una idea de la edad del sedimento.
Hay además métodos radiactivos (muy numerosos), astronómicos, magnéticos, y hasta a base de cerebros electrónicos. Los examinaremos gradualmente.

IMÁN FLOTANTE

Hay dos nuevas realidades importantes para el futuro: la primera es que los fríos extremos, que estudiaremos muy pronto, son objeto de notables aplicaciones industriales; la segunda son relaciones, ya muy conocidas, entre el magnetismo y la electricidad.

Hemos visto al estudiar los **generadores** que al moverse un conductor dentro del campo de un imán, se genera una corriente; inversamente, un imán que se acerca a un conductor suscita en él otra corriente. Ahora bien, existe en física una ley fundamental que se llama **ley de Lenz,** y que dice así: "los efectos producidos son tales que por sus consecuencias se oponen al fenómeno que les dio origen". En este caso, por ejemplo, las corrientes inducidas por el imán tenderían a rechazarlo. Este fenómeno particular se conoce como corrientes de **Foucaul**".
A las temperaturas habituales la resistencia del conductor hace que la corriente se disipe pronto en calor. Pero cuando nos acercamos a los fríos máximos, es decir al cero absoluto, la corriente no encuentra obstáculos y el cuerpo se vuelve "superconductor". Se ha expuesto un aparato en el que el conductor es una masa de bismuto enfriado por circulación de helio líquido (cuyo curiosísimo comportamiento acerca del cero absoluto ha merecido el premio Nobel al físico soviético Landau) de tal manera que al no ser detenidas las corrientes, cuanto más se acerca el imán, más intensas son éstas y más lo repelen. El resultado es que el imán flota en el aire. Este efecto era conocido, pero no pudo ser observable por el público hasta que se lograron realizar frascos de Dewar que permitieron la visión directa del fenómeno. En pocos años las aplicaciones industriales de los fríos extremos se han multiplicado.

EL BACTERIÓFAGO

Es un virus. ¿Por qué se lo estudia tanto? Porque ayuda a comprender la herencia, pues es el más simple de todos. Los bacteriófagos son tan pequeños que se puede seguir paso a paso el proceso químico cuando penetran en una célula y luego presiden la síntesis de centenares de autorréplicas de sí mismos. Recordemos que, como su nombre lo indica, el bacteriófago digiere y destruye bacterias.

CUADRO DE LA TECNOLOGÍA EN EL AÑO 2000

El equipo especializado de TECNIRAMA está preparando un cuadro de los acontecimientos tecnológicos previsibles dentro de los próximos 50 años. Recordemos que la tecnología es la aplicación de métodos científicos y de los conocimientos generales a la industria con el objeto de satisfacer nuestras necesidades y deseos materiales. Sus resultados son nuevos procedimientos y nuevos productos, tanto para la comodidad y el placer personal como para la salud, para la eficacia de la producción o para nuevos conocimientos. **El tecnólogo de hoy es un científico, no un artesano.** Dentro de las pasmosas realizaciones que se pronostican, nuestros lectores encontrarán también los cálculos relativos a los empleos disponibles en las diferentes carreras, y quizá se asombren al comprobar la importancia enorme de las vacantes de científicos e ingenieros químicos y electrotécnicos. Porque las centrales atómicas podrán ser más importantes, pero la complejidad de las aplicaciones en el campo de la química y de la electrónica será tal que el número de especialistas requeridos resultará sumamente elevado. Nuestras apreciaciones cubrirán no solamente a los grandes países industrializados del Este y del Oeste, sino también las necesidades de los países latinoamericanos. Se expondrán asimismo todos los resultados que esperan lograrse hasta más allá del año 2.000. El cuadro contendrá sin duda inexactitudes, pero aseguramos a nuestros amigos que no se trata de un trabajo de ciencia-ficción.



CORREO DE LECTORES

PECES LUMINOSOS

¿Es cierto que los órganos luminosos de los peces de las profundidades sirven para atraer a sus presas? (C.O.M.)
No hay confirmación. A veces la ubicación del órgano luminoso o fotóforo (glándula modificada que se compone de un área luminosa, una lente y una especie de pantalla reflectora) es impropia para atrapar la presa que se hubiera acercado. Así, en las profundidades menores de 3.000 metros hay peces con órganos luminosos en la parte ventral. Un poco más abajo se encuentran otros peces con los ojos dirigidos constantemente hacia arriba y que "ven" a sus presas por contraste con el fondo apenas luminoso de la superficie. En este caso los fotóforos de la presa, al emitir una luz difusa que disimula su silueta oscura, confunden al enemigo, cuya visión es borrosa (sus ojos son miopes).

FERTILIZANTES, HERBICIDAS, INSECTICIDAS

En una reciente exposición agrícola he observado una propaganda extensiva acerca de estos tres productos. ¿Se justifica? (A.S.L.)
El tema de su pregunta es extremadamente amplio. Los **insecticidas o pesticidas** han sido objeto de un estudio reciente y sensacional por Rachel Carson, conocida bióloga que fue profesora de la Universidad de Harvard, y que desató intensas polémicas con los fabricantes de dichos productos. Es cierto que los insectos causan enormes daños a la agricultura, pero no es menos evidente que la alteración del delicado equilibrio biológico de la naturaleza es sumamente peligroso. Próximamente publicaremos un informe completo sobre el tema.
Los **herbicidas** son productos químicos que se utilizan para matar plantas indeseables. Su acción no es realmente se-



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

lectiva, es decir, no mata a una determinada planta debido a su naturaleza intrínseca, sino más bien por sus características accidentales: anchura de las hojas, aparición prematura, raíces especiales, formas de crecer, orientación de la planta, etc. El desarrollo de los herbicidas, que será también objeto de un estudio especial en estas páginas, ha sido dramático desde la introducción del 2,4-D en 1945 (este nombre no tiene nada de misterioso: es el ácido 2,4 diclorofenoxiacético). Observemos sin embargo que algunos herbicidas modernos son verdaderas hormonas, es decir, neutralizan o afectan las auxinas que hacen crecer las plantas.
En cuanto a los **fertilizantes** la discusión no existe. Constituyen una industria gigantesca, que también será analizada aquí. Pero hay que tener en cuenta que los elementos minerales de la planta son extraídos del suelo, y que al cosechar miles de toneladas por hectárea el suelo se empobrece. El contenido mineral de las plantas es variable, pero daremos un ejemplo que resultará útil: cada vez que un bovino crece en un campo y luego se lo retira de él, **solamente en su esqueleto se van 70 kg. de calcio y de fósforo** que no son repuestos en la tierra.

LA MEMBRANA HIALINA

Varios de nuestros lectores se quejan de que no pueden encontrar precisiones sobre la enfermedad llamada membrana hialina, **que causó la muerte de Patrick Bouvier Kennedy. (Varios).**

Hay dos aspectos en este asunto. El primero es el niño prematuro, de los que nacen 1 de cada 15 en los Estados Unidos. Cuando más notable la prematuridad, mayor resulta la chance de que el pulmón esté mal inflado, o sea que una especie de cortina de humo bloquee sus alvéolos. El mecanismo es desconocido, pero empieza probablemente en la matriz, donde en vísperas del parto se produce un drástico cambio hormonal que hace pasar al hijo de la condición de parásito acuático a la de un ser que respira aire por su propio esfuerzo. Si la gestación es corta, la preparación es imperfecta y se hace necesario excitar los reflejos pulmonares. Aproximadamente una hora después del nacimiento el médico posee los datos suficientes para saber si el niño enfrenta dificultades respiratorias.
El segundo aspecto es el de la "membrana hialina" propiamente dicha. Es típica de los prematuros, y "hialina" significa simplemente **vidriosa.** Sólo el patólogo la ve al efectuar la autopsia. La enfermedad mata anualmente en los Estados Unidos 25.000 prematuros, de los que es privativa. Se desconoce su causa. En el caso que nos ocupa los pulmones estaban bien inflados, no había neumonía y naturalmente se trató de vencer esa barrera que impedía incorporar oxígeno y exhalar anhídrido carbónico mediante cámaras de hiperpresión de 3 atmósferas (magnitud similar a las de las botellas de soda) que la armada utiliza para escapar de los submarinos hundidos. Pero a las 40 horas el corazón, sobrecargado, claudicó. Cuando el niño se sobrepone a estas dificultades respiratorias, es decir a los 3 ó 4 días, los inconvenientes desaparecen y no hay secuelas ulteriores en la vida adulta.
Los médicos no procuran ya determinar si un niño es prematuro estimando el tiempo de gestación; simplemente consideran un límite mínimo de 2.500 gramos; todo niño cuyo peso es menor necesita cuidados especiales. La gestación de un primerizo puede variar entre 27 y 39 semanas.

QUIMERAS DE LA VELOCIDAD

Supe que se ha batido el record de velocidad en automóvil, pero me faltan precisiones. (R.L.L.)

Un aparato de tres ruedas, movido por turbinas y sumamente parecido a un extraño avión, corrió en **Bonneville, Utah,** a 655,58704 kilómetros por hora, manejado por **Craig Breedlove** de 26 años. Pero la Federación Internacional del Automóvil no reconoce la marca porque un vehículo de tres ruedas como este **Spirit of America,** no es un automóvil. Lo que se batió es la marca mundial de velocidad sobre tierra firme, pero en la categoría de motociclo. (Por primera vez un motociclo vence a un automóvil). La acción del piloto se limita a apretar un botón y a soltar un paracaídas que facilita su detención. Su predecesor inmediato, el **Infinity,** que alcanzó una velocidad similar, explotó al llegar. El nuevo aparato tiene 10 m. de largo por 4 m. de ancho, pesa 3 toneladas, y para evitar toda desviación debida a la enorme presión del aire contra su nariz, el perfil de ésta es tal que aprieta el vehículo contra el suelo.

NUESTRO BENJAMÍN

Mi papá me trajo el Nº 3 de TECNIRAMA, y lo leí de un tirón. Espero llegar a ser un químico tecnológico y realmente aprendo y disfruto mucho leyendo las cosas nuevas que me enseña TECNIRAMA, aunque estén fuera de mi especialidad. Espero ser un técnico capaz y les doy las gracias. Tengo 13 años de edad. (Luis M. P., Mar del Plata).

EL POLO MÁS FRÍO

¿Por qué, si el polo norte y el polo sur reciben la misma cantidad de sol, es más frío el polo sur? (L. G. O.)

Las principales razones son: al polo norte llegan corrientes marinas cálidas y húmedas, entre ellas el Gulf Stream. La Antártida, además, es un verdadero continente con montañas elevadas (algunas de 4.000 m.) que obstaculizan la circulación atmosférica y por lo tanto dificultan cualquier aporte de aire caliente.

NÚMEROS EN LA CORTEZA CEREBRAL

¿Podrían indicarme cuántas células nerviosas o neuronas hay en la corteza cerebral? (J.G.G.)

En el cerebro humano hay diez mil millones de neuronas.

Y PARA CONCLUIR...

NIÑOS CIEGOS

Las últimas estadísticas de la Organización Mundial de la Salud son pavorosas: existen en el mundo 650.000 niños atacados de ceguera, que en su gran mayoría fueron curables. De ellos sólo 40.000 concurren a la escuela.

PESCA VERSUS NOTICIAS

Con sus poderosos aparejos los buques pesqueros modernos rompen a menudo los cables de comunicaciones internacionales. Claro está, hay ciertas fricciones entre las compañías pesqueras y las de comunicaciones. Aunque cada vez se usan menos los cables submarinos, en los días de perturbaciones solares siguen siendo muy útiles.

NADADORES Y TIBURONES

En vista del fracaso de las sustancias que repelen a los tiburones y del aumento de los hombres-rana, se está utilizando un lanza-arpones hipodérmico que inyecta al pez un veneno que necesita ser sumamente rápido y poderoso. El más activo que se conoce actualmente es la toxina del bacilo botúlico (responsable de la intoxicación botúlica) y el de efecto más rápido es el barbiturato de tiopentona, que inyectado en el corazón paraliza la respiración en sólo 1 ó 2 segundos.

EL CABELLO CORTO EN LAS MUJERES PREPARA QUIZÁ UNA ULTRACIVILIZACIÓN

El cabello largo es un símbolo universal de virilidad y fuerza: lo usan muchos luchadores, lo tenía Sansón, lo pintó Miguel Ángel en su imagen de Dios, y los indios norteamericanos no eran sádicos cuando escalpaban a sus enemigos, sino que simplemente trataban de privarlos de los atributos de la virilidad. De todas maneras, el hombre está tratando en estos momentos de dejarse bigotes y barba, lo que ya es algo.

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	30.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COLOMBIA,	Pesos	2,50	*ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4.—
*CHILE,	Escudos	0,60	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—	*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

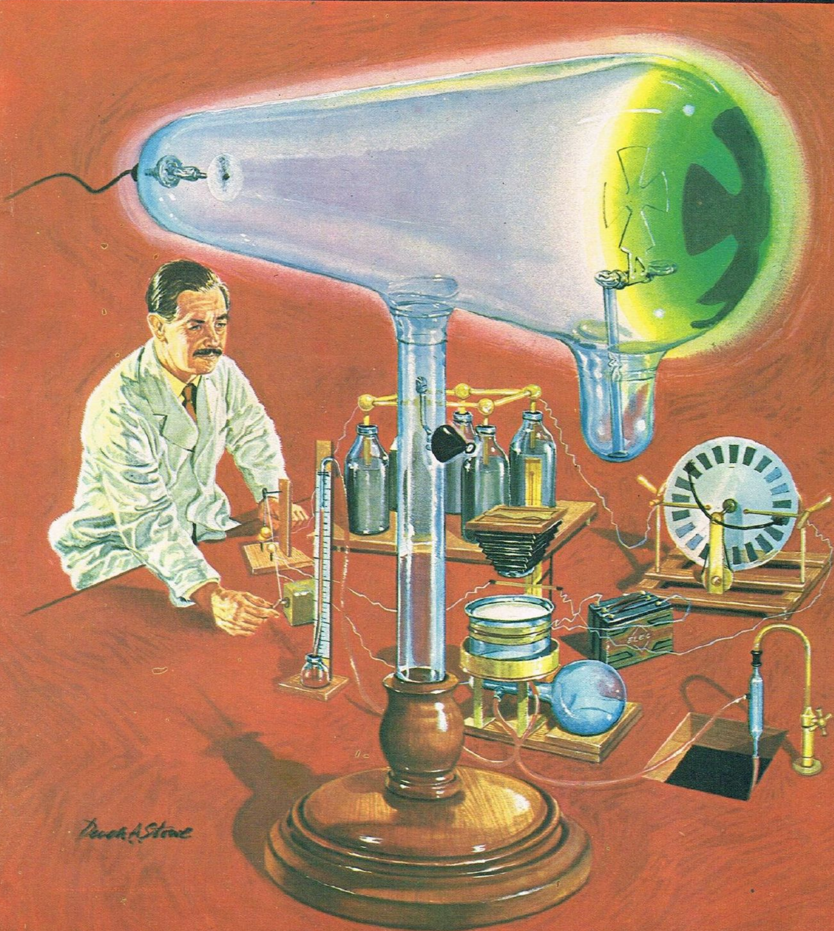
Aparece todas las semanas

*Distribución a partir del 11 de noviembre de 1963

Nº 5

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: J. FAUVET (Jefe Instituto Rourray), Malpighi. Jean TERRIEN (Dr. Ciencias, París), microscopio. Maurice CAULLERY (miembro del Instituto, Prof. Sorbona, París), medicina s. XVII. Prof. Paul D. V. MANNING (Inst. Tecnol. California), glutamato monosódico. Dr. Howard W. RUSSELL (Direct. técnico Fundación Battelle), radiometría. Dr. Walter M. DALE (Jefe Dto. de Bioquímica, Hospital Christie, Manchester, Inglaterra), nocividad de las radiaciones. Dr. Georges E. STAPLETON (Dto. radiaciones biol. Laborat. Oak Ridge), biología de las radiaciones. Z. BACQ (Lab. Patol. Bruselas), radiobiología. H. ENGELHARD (Phys-Chemisches Inst. Göttingen), radiaciones. L. E. ERICSSON (Inst. irradiación Suecia), irrad. alimentos. Barbara HOLMES (Univ. Cambridge), mutaciones. Peter ALEXANDER (Inst. Invest. Chester Beatty), peligro de las radiaciones. Ing. Franck H. ROCKETT (McGraw-Hill Cº), micrómetro. A. ALEXANDER (Dir. Servic. Veterinarios Sudáfrica), frigoríficos. A. van ITTERBEEK (Dir. bajas temp. Lovaina), frigoríficos. Prof. Harold M. HENDRICKSON (Univ. Washington), frigoríficos. John H. SILLIKER (Dir. Lab. Swift and Cº), bacterias en alimentos. Prof. Halver Orin HALVORSON (Dir. Esc. Ciencias Naturales Univ. Illinois), preservación de alimentos. Harold H. MITCHELL (Prof. Univ. Illinois), especialización tejidos.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada uno, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo al que corresponden.

Publicada en Argentina por

EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES

TOMO I
AÑO I
Nº 5

SUMARIO

Distribuidores, Agentes de Suscripciones y Venta de Números Atrasados, ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana S. A., Carrera 7ª nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924. San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S. A., Santo Domingo 1175, Santiago. **EL SALVADOR:** Distribuidora Salvadoreña S. A., Av. España 344, San Salvador. **ESPAÑA:** Central Española de Publicaciones S. A., Balmes 96, Barcelona. **GUATEMALA:** De la Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Srta. Hortensia Tijerino, Salvador Mendieta 111, Tegucigalpa. **MÉXICO:** Distribuidor Dispublex S. A., Dir. responsable Marcial Frigolet, Hamburgo 108, México D. F. **NICARAGUA:** Elías Argeñal (h.). **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S. A., Jirón de la Unión 284, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Compañía Uruguaya de Ediciones S. A., 25 de Mayo 620, Montevideo. **VENEZUELA:** Venezolana de Publicaciones C. A., Princ. a Sta. Capilla 4, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA:
EXPLORACIÓN DEL ÁTOMO. Primer plano: tubo de Crookes; derecha: máquina electrostática; centro: botellas de descarga y cámara de niebla.

Correo Apartado Central B
TARIFA REDUCIDA
CONCESION EN TRAMITE



NOTICIAS DE HOY

Leucemia. — La leucemia infantil aumenta. Un informe reciente de la "American Cancer Society" sugiere su carácter epidémico (focos en ciudades, zonas, hábitos y clases sociales determinadas). Se habló de un virus, pero no se lo identificó. Es mucho más común en los hombres que en las mujeres, y poco frecuente en los negros. Entre los judíos, es dos veces más abundante que en los demás blancos. Los tratamientos actuales son bastante tóxicos, y simplemente duplican el tiempo de vida, por ejemplo de 4 a 8 meses. Las radiaciones que afectan a las células que crecen rápidamente (en la leucemia los glóbulos blancos) tienen el efecto de destruir las otras células de la médula ósea, que forman los demás elementos de la sangre.

Radar contra ladrones. — La "Pinkerton Electric Society Corp." acaba de producir un pequeño radar que sólo da la alarma cuando la superficie reflectora (una persona, por ejemplo) está en movimiento. No actúa en caso de objetos estacionarios.

Las cajas que señalan explosiones atómicas subterráneas. — Se trata de sismógrafos "robot" muy sensibles, instalados o enterrados en puntos estratégicos. Una comisión científica internacional verificaría periódicamente sus registros.



NOTICIAS DE MAÑANA

Desechos lucrativos. - Sabemos que muchos plásticos se componen de moléculas muy largas, semejantes a interminables cordones, llamadas **macromoléculas.** En un plástico común, como el polietileno (que es una cadena larguísima de hidrocarburos) estas fibras están mezcladas como en un plato de tallarines. Cuando se fabrican hilados como el nilón se procura orientarlas, y esas largas cadenas quedan todas paralelas entre sí.
Por otra parte se conoce el grave problema de los residuos radiactivos de las pilas atómicas. De allí que se procure sacarles provecho. Si utilizamos nuestros conocimientos previos veremos que las posibilidades son múltiples.
Primero, la irradiación radiactiva (cobalto 60, por ejemplo) produce en las macromoléculas regiones electrizadas; naturalmente esta electrización tiene lugar en los costados de las fibras, las que luego se atraen eléctricamente y refuerzan así la sustancia plástica. **Segundo,** la irradiación libera electrones. Vimos ya que la existencia de electrones libres es la condición de la conductibilidad eléctrica; por lo tanto no sorprenderá que el nilón o el vinilo puedan, mediante la irradiación, aumentar su conductibilidad hasta en 100.000 veces. **Tercero,** la mayoría de los colorantes se fija a las fibras por adsorción, es decir que quedan como "pegados" a la fibra. Esta adherencia se mejora notablemente cuando existen cargas eléctricas que los atraen. **Cuarto,** se encara una aplicación muy prometedora: el rayón, que unido al acrilonitrilo se emplea para reforzar los neumáticos, mejora extraordinariamente su adherencia al caucho cuando ha sido irradiado.

San Pablo y las computadoras. - Es sabido que los copistas antiguos reproducían los textos con cierta libertad e introducían expresiones o episodios de su propia cosecha. La sección de crítica bíblica de la Universidad de Glasgow, en Escocia, ha confiado a una calculadora del tipo Mercury el análisis de las 14 epístolas de San Pablo. Naturalmente se "enseñó" a la máquina todas las variedades del griego antiguo, sus 250.000 vocablos y los giros propios del apóstol. La computadora electrónica respondió: "4 epístolas, que son las dos primeras a los romanos, la epístola a los gálatas y la epístola a los corintios, fueron indudablemente escritas por San Pablo. Las demás contienen algunos elementos que desde el punto de vista del estilo son apócrifos".

¿Vemos los rayos cósmicos? - La mera pregunta parece un desatino. ¿Cómo percibir esas radiaciones intersiderales si no somos siquiera capaces de captar la luz ultravioleta? Sin embargo, la astronáutica tiende a confirmar lo contrario. Por el "efecto **Cerenkov**", cuando una partícula atraviesa una sustancia con una velocidad superior a la de la **luz en dicho medio,** pierde parte de su energía y emite luz. Se calcula que un mesón cósmico que pase a través del humor acuoso puede emitir 600 fotones y determinar la percepción de un pequeño disco luminoso. La experiencia lo ha confirmado, y las sensaciones luminosas de los sujetos coincidían con el paso de partículas cósmicas registradas por aparatos especiales.

PROTECCIÓN CONTRA LAS RADIACIONES

Suele ignorarse que Enrique Becquerel no sólo descubrió la radiactividad sino que fue también el primero en advertir el peligro que representaba para los seres vivos. Un trozo de mineral radiactivo, que conservó accidentalmente en el bolsillo de su chaleco, le ulceró la piel.

Hoy se conocen bien los peligros de las sustancias radiactivas. La amenaza es muy seria, pues en general sus efectos son perniciosos. Cuando, a veces después de años, el daño se hace evidente, ya es irreparable.

La importancia de las radiaciones en nuestra vida no es nueva ni excepcional; sólo que hoy es mucho mayor. Por una parte nos inundan las radiaciones siderales de los rayos cósmicos, que al chocar contra las moléculas en la atmósfera originan verdaderas cataratas de partículas radiactivas; los materiales de construcción de nuestras casas contienen uranio radiactivo; y más del 1 por mil del potasio de nuestro cuerpo, que se acumula principalmente en nuestros músculos, es radiactivo (potasio Nº 40) y produce 100.000 desintegraciones atómicas por segundo.

NOCIÓN ATÓMICA DE LAS RADIACIONES

En general se llama radiación a toda emisión de energía, como la radiación calorífica o la radiación acústica. Aquí estudiamos las radiaciones de elevada energía. Se llama "atómica" toda radiación o emisión de partículas de alta velocidad o de elevada energía, producidas frecuentemente por la desintegración de los átomos. Cuando un átomo se rompe, despide una parte de su núcleo. El átomo consta de cierta cantidad de partículas llamadas electrones, en rotación alrededor de un *núcleo*. Los electrones poseen carga eléctrica negativa. El núcleo comprende dos clases de partículas, los protones y los neutrones. Los primeros tienen carga positiva y los segundos no poseen carga alguna (son neutros).

Son radiactivos los átomos cuyo núcleo tiende naturalmente a desintegrarse; aunque sería de esperar la simple emisión de neutrones o protones, es más frecuente que se expulsen complejos o "partículas" *alfa* o *beta*.

PARTÍCULAS ALFA Y PARTÍCULAS BETA

Lo que conviene recordar en la radiación atómica es que los elementos nocivos son cuatro: las partículas alfa, las partículas beta, los rayos gamma y los neutrones. Sus estragos se deben a una acción básica: ionizan los átomos, es decir, los despojan de sus electrones.

La partícula *alfa* (α) es un grupo de dos protones y dos neutrones. Su carga es positiva, por la presencia de los primeros.

La partícula *beta* (β) es negativa e idéntica al electrón, pero no proviene de aquellos que giran en la periferia sino del núcleo mismo, que lo despide cuando uno de sus neutrones experimenta un extraño cambio que lo transforma en un protón y un electrón; estos últimos forman los rayos beta. La velocidad (o su equivalente, la energía) de las partículas, determina su capacidad para penetrar a través de la materia. La velocidad de los haces de partículas alfa y beta es cercana a la de la luz (unos 300.000 kilómetros por segundo, la máxima posible según la teoría de la relatividad).

RAYOS GAMMA Y NEUTRONES

Los rayos de energía pura, inmaterial, se llaman "rayos gamma" (γ) y son similares a la luz, pero mucho más penetrantes que los rayos visibles o los rayos X. Se propagan en línea recta y no poseen carga eléctrica. Los neutrones de alta energía se producen en las pilas atómicas.

NATURALEZA DEL PERJUICIO

Es necesario comprender claramente que los peligros de las radiaciones atómicas son *dos*. El primero es la *irradiación* del individuo expuesto a los *rayos;* si no es brutal y masiva sus efectos no son terribles. El segundo peligro es la *contaminación,* es decir cuando las sustancias radiactivas se depositan o se inhalan. Su acción es insidiosa y la mejor protección consiste en filtrar el aire que se respira y lavar escrupulosamente la ropa que se utiliza en los laboratorios.

Distintas técnicas de protección



Traje de goma lavable que permite eliminar el polvo radiactivo. Se lo infla, pues si llegara a perforarse la salida del aire impediría la peligrosa penetración del polvo radiactivo.



Cómo se desempaqueta o destapona, por control remoto, un recipiente con sustancias radiactivas. La cámara es hermética, la pared de plomo y la mirilla protectora es de vidrio especial a base de plomo y cesio.

Una propiedad importante, común a todos estos rayos, es su capacidad para despojar de sus electrones a los átomos que encuentran en su camino. Éstos se convierten entonces en "iones" con carga positiva y son químicamente mucho más activos que en su estado normal. Es probable que sean ellos los que dañen los tejidos vivos expuestos a la radiación atómica.

Las partículas alfa y beta, de escasa energía y penetración, consumen rápidamente su impulso al chocar contra los primeros átomos y desalojar algunos electrones. Las partículas alfa agotan toda su energía con sólo atravesar unos centímetros de aire. No pueden perforar una plancha de plomo de 25 milésimas de milímetro, o un espesor triple de tejido vivo. Cada partícula alfa puede desalojar electrones de un millón de átomos. Los rayos beta son más penetrantes que los alfa, pero tampoco pueden introducirse mucho en los tejidos vivos.

EFECTO BIOLÓGICO GENERAL

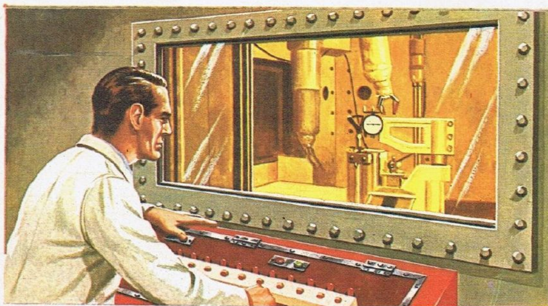
Es necesario distinguir el efecto *somático* que se produce sobre el cuerpo viviente, del efecto *genético* que afecta a la descendencia. La regla general es que las células más jóvenes y las que se multiplican con mayor rapidez son las más sensibles a las radiaciones. Se comprende fácilmente que los órganos que producen la sangre, que se renueva rápidamente, son los más sensibles a las radiaciones. La piel tiene mayor resistencia, pero suele estar más expuesta; tiene tendencia al cáncer, y la intensidad del daño se puede medir por la pérdida del pelo. Las células del estómago y del intestino son extremadamente sensibles. En el ojo, el peligro está en que el cristalino se vuelve opaco (cataratas); recuérdese que el cristalino carece de arterias para alimentarse, porque si las tuviera éstas dificultarían la visión. Los pulmones resisten bien, pero es muy común que queden afectados porque inhalan el polvo radiactivo. Y por último existen tejidos que son muy poco sensibles en el adulto pero que en los niños sufren graves lesiones debido a que en ellos crecen: son los huesos y el sistema nervioso mientras se desarrolla.

Los bombardeos atómicos han demostrado la influencia de las radiaciones sobre la descendencia. Todo ser vivo proviene de una célula, y ésta puede quedar dañada; pero no olvidemos que, sin ataque atómico, de cada 100 personas 2 ó 3 nacen con una tara hereditaria pues en el curso de una existencia humana normal se producen unas cinco mil mutaciones naturales de las células reproductivas.

Aunque las sustancias que emiten rayos alfa y beta sólo pueden lacerar superficialmente la piel, su peligro real reside en que al inhalarse o ingerirse repetidamente, su escaso poder de penetración acumula poco a poco sus estragos sobre el revestimiento del estómago o los pulmones.



Las radiaciones pueden alterar la compleja disposición de los átomos en una de las moléculas gigantes de las células vivas. Sólo se muestra aquí una minúscula parte de esas "macromoléculas".



Todos los materiales radiactivos son peligrosos. Los que emiten rayos gamma deben manejarse por control remoto con aparatos como el de la figura, para así evitar toda contaminación.

Los rayos gamma son letales. También lo son los neutrones veloces, cuyo alcance es prácticamente ilimitado. Por ejemplo, pueden atravesar sin inconvenientes el cuerpo humano o, en el caso de los rayos gamma de alta energía, perforar una chapa de plomo de 30 centímetros de espesor.

TERRENO BIOLÓGICO

¿De qué manera lesionan las radiaciones? Tanto los animales como las plantas se componen de células. Las que envejecen son reemplazadas por la multiplicación de otras, más jóvenes y a menudo menos especializadas. Pero dicha reproducción o división celular depende de la integridad del núcleo. Éste se compone principalmente de una sustancia extremadamente complicada, el ácido desoxirribonucleico, llamado comúnmente ADN (los bioquímicos que recientemente descifraron su fórmula merecieron el premio Nobel). El ADN forma una especie de cinta que se autoduplica; para que la división celular sea posible debe disponerse de doble cantidad de ADN, de modo que cada nueva célula contenga su monto normal.

Aunque es mucho lo que se ignora ya se mide la sensitividad de los diversos compuestos a las radiaciones: los que contienen azufre son muy susceptibles; en cambio, cuando aumenta el contenido de calcio la resistencia mejora. Se confirma que es esencial la relación con la vitalidad de las células, y el radiólogo la aprovecha porque los tumores suelen multiplicarse con mayor rapidez que los tejidos normales. Por otra parte se procura dar a los rayos X la forma de un cono con el fin de concentrarlos en el tumor sin dañar los otros tejidos, y a menudo enfocar desde posiciones variables.

La influencia sobre la división celular no se ve en el momento, sino sólo cuando debería ocurrir la reproducción siguiente. Con un microscopio corriente se ve que los cromosomas, que forman como el repertorio de la herencia, están alterados, rotos y con aberraciones.

MECANISMO BIOLÓGICO ÍNTIMO

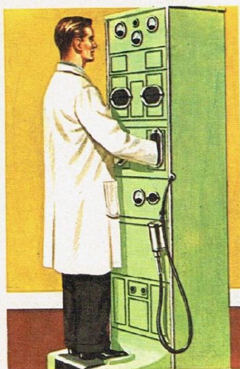
Cuando las radiaciones inciden sobre una molécula alteran su estructura, pues los átomos que la forman deben intercambiar y compartir sus electrones exteriores. Si algún átomo del núcleo celular pierde electrones, es de prever el perjuicio que sufrirá el complejo y delicado equilibrio de sus componentes. Habrá entonces una *redistribución* cuya probabilidad de ser nociva es infinitamente superior a la de ser beneficiosa.

Una célula irradiada puede morir inmediatamente, o si la dosis no fue excesiva (en tiempo o intensidad), recobrarse. La pérdida de un célula de un tejido, y aun de muchas, no es fatal pues existen mecanismos de reemplazo. Pero si los núcleos de *todas* las células activas fueron gravemente lesionados dicha reposición se vuelve imposible: no habrá nuevas células de sustitución y aun, si bien la muerte no es inmediata, ocurrirá fatalmente. Una dosis muy alta de radiación puede matar en el acto, debido a que estragos profundos de los órganos esenciales los desorganizan totalmente.

El efecto de la irradiación es indirecto: los rayos actúan sobre el agua, que forma las tres cuartas partes de la célula y la disocian en iones activos. El blanco de estos proyectiles es el ADN, lo que no sorprenderá si se piensa que el peso molecular del ácido desoxirribonucleico alcanza a unos 6 u 8 millones, o sea que contiene aproximadamente medio millón de átomos. Tampoco es extraño que se hable de protección *química* contra las radiaciones. En efecto, hay sales que reaccionan antes que el ADN, es decir, en competencia con él, y "absorben" los iones nocivos; lo mismo ocurre con los oxidantes y con otras sustancias. La investigación en este terreno es muy activa.

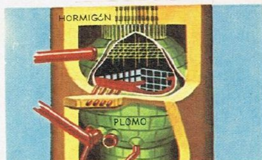
PROTECCIÓN FÍSICA

Para cada clase de radiación se puede disponer de pantallas protectoras especiales. Además, se perfeccionan las medidas de seguridad contra las contaminaciones accidentales. Es obvio que nin-



Un técnico verifica que ningún material radiactivo se ha adherido accidentalmente a sus manos.





ARRIBA: las radiaciones pueden obstaculizar la división normal de las células. Derecha: vista esquemática de la protección de plomo y hormigón que resguarda a los operarios que trabajan en las cercanías de un reactor nuclear.

gún material radiactivo puede manipularse con las manos desnudas. Si la sustancia emite únicamente rayos alfa y beta, es suficiente utilizar sencillos guantes especiales, pero queda el riesgo de inhalar el polvo radiactivo que flota en el aire. Para impedirlo se utilizan cajas herméticamente cerradas, con una ventana de vidrio de plomo y cesio y un par de guantes que salen de unos orificios en la pared de la cámara. En éstos introduce sus brazos el operador.

Las sustancias que emiten rayos gamma exigen escudos protectores de plomo y hormigón y sólo pueden manipularse, sin riesgo, por control remoto.

El personal que trabaja con materiales radiactivos utiliza ropas protectoras, guantes, botas y hasta máscaras; se dejan en el laboratorio al retirarse. Otra vestimenta protectora es una especie de traje impermeable e inflable que puede lavarse para eliminar toda contaminación. Todas estas precauciones aseguran que el polvo radiactivo adherido accidentalmente no salga del laboratorio. Dentro de éste no se permite comer, beber ni ponerse cosméticos. Continuamente se mide la radiación ambiente con instrumentos que permiten conocer si no se exceden los límites de innocuidad para el personal. El "contador" más sencillo consiste en una tira de película fotográfica que se llama "dosímetro" y se lleva en la solapa dentro de una envoltura metálica. Se la revela semanalmente, y su grado de ennegrecimiento determina la cantidad de radiación a que estuvo expuesto. Si la dosis resulta mayor de cierto máximo se aleja transitoriamente al operario.

Se llama *radiometría* la ciencia que estudia las radiaciones. Quizá llame la atención el que no se utilicen en los laboratorios los detectores comunes de radiactividad; pero debe tenerse en cuenta que muchos son sensibles también a otros rayos y podrían falsear los resultados.

REACTORES NUCLEARES

La protección contra la radiación es especialmente importante cerca de los reactores nucleares donde es muy intensa. Los reactores se blindan mediante una gruesa pared de hormigón forrada con plomo, calculada para detener los neutrones más veloces y los rayos gamma. Desde luego, la varillas de regulación ("moderadoras") y los combustibles atómicos se manejan por control remoto. Aparatos automáticos dan la alarma cada vez que algún material radiactivo escapa fuera del blindaje. Se filtra el aire para eliminar las partículas de polvo que podrían contaminar la atmósfera.

El deterioro de los materiales *inanimados* del reactor se debe principalmente a la fisión del uranio 235. No olvidemos por otra parte que los reactores a fusión no producen desechos radiactivos. Los progresos en este campo permiten reducir en mucho las precauciones.

DESECHOS

Finalmente queda el problema de eliminar los desechos radiactivos y las piezas contaminadas. Se introducen los más peligrosos en recipientes sellados y se entierran, o se arrojan al fondo del mar. Este método no es peligroso mientras el material radiactivo permanezca dentro del recipiente. Un espesor de algunos metros de tierra o agua absorben la radiación sin volverse radiactivos ellos mismos. Llamamos "contaminación" a la diseminación de material radiactivo por aire o por el agua hasta zonas en las que puede alcanzar a seres vivos. Los materiales enterrados están seguros mientras no se los toque y con el tiempo su actividad decae, a veces muy lentamente.

Cuanto más tiempo dura la radiactividad, menor es. En el mar se prefiere ahora sumergir los recipientes en lugares muy hondos, porque las corrientes son muy lentas y pueden tardar hasta 2.000 años en llegar a la superficie; cualquier accidente que se produzca no contaminará el ciclo nutricio del mar.

¿POR QUÉ UTILIZAMOS LOS MATERIALES NUCLEARES?

Sin ocuparnos del "hambre" de energía que tiene el mundo, y de la propulsión nuclear indispensable para los grandes descubrimientos astronáuticos, las radiaciones de alto poder son de utilidad directa en la vida diaria. La radiación atómica despertó una terrible oposición porque nació bajo el signo bélico del terror.

Pero es indispensable para el radiodiagnóstico médico; para el tratamiento directo de los tumores; para destruir o aliviar cánceres diseminados inyectando sustancias radiactivas que ellos asimilan electivamente y que los destruyen donde estén, como ocurre con el iodo radiactivo para el cáncer tiroideo; sirven también para esterilizar los alimentos; para fechar los descubrimientos arqueológicos, paleontológicos y geológicos; las sustancias indicadoras o "trazadoras" permiten conocer los mecanismos íntimos de la vida y de la industria; la autorradiografía, en la que por ejemplo se alimenta una hoja con fósforo radiactivo y luego se la coloca sobre una placa, nos permite conocer exactamente la distribución del fósforo en el vegetal; la agronomía irradia semillas para producir nuevas variedades más productivas, más resistentes, más útiles en general; en los oleoductos suelen enviarse sucesivamente distintas clases de hidrocarburos y sería sumamente difícil reconocerlos a la llegada si no se les añadiera una pequeña cantidad de sustancia radiactiva: pero en el otro extremo un operario equipado con un contador Geiger nota el cambio y se logra así su fraccionamiento adecuado; también los ingenieros utilizan el cromo 51 para estudiar el movimiento de las arenas en el lecho de un río antes de construir un dique, y así indefinidamente.

Expondremos poco a poco todas estas apasionantes aplicaciones sobre los materiales nucleares.

EL CIRCUITO ELÉCTRICO



Diagrama para recordar los tres aspectos de la ley de Ohm. Cubra con el dedo el factor desconocido y quedará la fórmula para hallarlo.

Sabemos que la corriente eléctrica consiste en un flujo de electrones, partículas que normalmente integran los átomos. Sin embargo, en los llamados conductores, un cierto número de electrones se desprende de las órbitas exteriores de los átomos y forma como un gas sujeto a presiones o depresiones; es decir, capaz de trasladarse a lo largo del conductor. Por lo tanto si en el extremo de un conductor se concentran electrones, éstos se desplazarán poco a poco hacia el otro extremo y produciremos una corriente eléctrica.

RESISTENCIA

Por lo que vemos, la corriente eléctrica se parece un poco a unos hombres corriendo a través de un bosque. Supongamos que los árboles se agiten mucho; entonces el paso de los hombres será más dicífil. Lo mismo ocurre en la corriente eléctrica con la temperatura: al subir ésta, aumentan las vibraciones de las moléculas, los choques de los electrones con ellas son mucho más numerosos, y la *resistencia* del conductor es mucho mayor. Inversamente, muy cerca del frío absoluto, donde el movimiento es casi nulo, los metales se vuelven *superconductores*, es decir que no ofrecen resistencia alguna al paso de la corriente.

EL CIRCUITO EN SERIE

Supongamos que conectamos varias bombillas en un mismo circuito, de tal manera que cualquier electrón de éste deba pasar por todas ellas para volver a su borne inicial. Este circuito se llamará *montaje en serie*. Como cada bombilla ofrece una cierta resistencia, y hemos colocado varias en el trayecto del electrón, la resistencia total se habrá multiplicado; equivaldrá a la suma de las resistencias parciales de cada una. Si las bombillas colocadas así en serie son muy numerosas ni siquiera llegarán a emitir luz. Pero si se agrega más energía, más acumuladores, es decir, más presión eléctrica, entonces aumentará la cantidad de corriente por segundo, que es lo que se llama "intensidad", hasta que las bombillas enciendan normalmente. Si entonces se retiran algunas y se unen las conexiones del circuito que quedan abiertas, la resistencia se reducirá, y como la presión eléctrica seguirá siendo la misma, es muy probable que la energía eléctrica en exceso queme las bombillas restantes. Si, en vez de retirar, agregásemos más bombillas, la corriente disminuiría y las lámparas no emitirían mucha luz.

MONTAJE EN PARALELO O DERIVACIÓN

Sólo mencionaremos este tipo de circuito. Aquí puede haber, por ejemplo, cuatro bombillas; pero cada una está conectada con los dos cables en forma independiente, de modo que un electrón determinado puede seguir el camino de cualquiera de las 4 bombillas, y, en todo caso, sólo atravesará una. Este montaje, que se llama *en paralelo*, en realidad disminuye la resistencia del circuito, puesto que permite al electrón elegir entre cuatro caminos posibles.
No olvidemos que la resistencia de un conductor depende de su naturaleza, de su longitud y también de su delgadez.

LOS TRES FACTORES DE UN CIRCUITO

En primer lugar está el *potencial eléctrico*, es decir la presión o tensión eléctrica, llamada también fuerza electromotriz, que se mide en *voltios*. El segundo factor es la *intensidad* de la corriente, o sea la cantidad de corriente (de electrones) que pasa en un segundo, y que se mide en amperios. El tercer factor es la *resistencia* del conductor, que depende de su material, de su longitud y de su delgadez. Obviamente, cuanto más espeso y más corto sea, tanto menor será la resistencia, pues tanto mayores serán las oportunidades de los electrones para atravesarlo.
La resistencia al flujo de los electrones en un material se mide, muy simplemente, por una unidad de resistencia que se llama "ohmio".

LEY DE OHM

Los experimentos muestran pues que existe una relación definida entre la fuerza que hace circular la corriente, la intensidad de ésta y la resistencia del objeto a través del cual pasa. Fue Jorge Ohm, maestro de Baviera, que advirtió este fenómeno por primera vez, hace ya casi un siglo y medio, y encontró la relación entre la presión eléctrica y la cantidad de corriente que circulaba en un determinado objeto a cierta temperatura; definió así una constante que se llamó "resistencia del conductor".
En la práctica esta definición se modifica ligeramente. Las unidades con que medimos las resistencias se llaman *ohmios*. La presión que impele la corriente eléctrica se expresa en *voltios* y la intensidad o cantidad por segundo de la corriente se mide en *amperios*. La ley de Ohm define la relación entre estos tres factores de manera que si dos de ellos se conocen, el tercero se puede determinar fácilmente; asimismo, establece también que la resistencia eléctrica medida en ohmios es igual a la presión eléctrica medida en voltios dividida por la intensidad de la corriente medida en amperios, es decir:

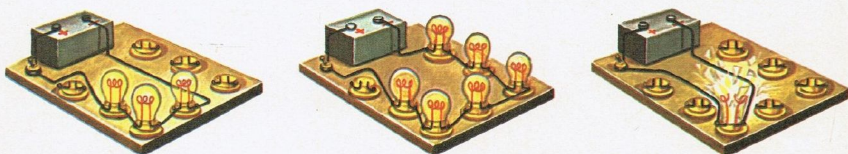
$$\text{Resistencia} = \frac{\text{presión}}{\text{corriente}}, \textit{ o sea, } \text{OHMIOS} = \frac{\text{VOLTIOS}}{\text{AMPERIOS}} \textit{ del mismo modo:}$$

$$\text{Corriente} = \frac{\text{presión}}{\text{resistencia}}, \textit{ o sea, } \text{AMPERIOS} = \frac{\text{VOLTIOS}}{\text{OHMIOS}} \textit{ y}$$

$$\text{Presión} = \text{resistencia} \times \text{corriente}, \textit{ o sea, } \text{VOLTIOS} = \text{OHMIOS} \times \text{AMPERIOS}.$$

MATERIALES CONDUCTORES

El mejor conductor es la plata, pero resulta muy cara. El cobre, más económico, es casi tan bueno como ella; de ahí su uso generalizado. El aluminio ofrece una resistencia más elevada que el cobre pero es tan liviano que se lo prefiere para los cables aéreos. La resistencia varía considerablemente con la temperatura y en ciertos metales este factor es muy importante, como en el tungsteno. Por eso se emplean aleaciones menos sensibles a los efectos del calor que los metales puros, especialmente la manganina (84 % de manganeso, 12 % de cobre y 4 % de níquel) cuya resistencia es casi constante, lo que induce a utilizarla en los aparatos eléctricos de precisión.



Tres bombillas conectadas en serie a una batería dan una luz intensa. Si se le agregaran tres más, la resistencia se duplicaría y, al mantenerse la presión eléctrica, bajaría la intensidad de la corriente. Si en cambio se deja una sola bombilla, manteniéndose constante la presión de la corriente, la resistencia disminuye tanto que la bombilla se queme.



APARATOS TÉCNICOS.

MANEJO DEL MICRÓMETRO

Aunque en los países de habla española el sistema métrico es obligatorio, las relaciones comerciales y técnicas con los países anglosajones obligan a conocer también las medidas inglesas. Por ese motivo las incluimos aquí.

EL MICRÓMETRO

Se utiliza este instrumento para medir longitudes entre un milésimo de pulgada y varias pulgadas. Una pulgada equivale a 2,54 centímetros. Si se lo maneja con cuidado proporcionará una precisión mayor de una parte en mil. Este tipo de calibre (o para designarlo con su nombre exacto: calibre de tornillo, llamado también micrómetro o palmer micrométrico) que encabeza esta página se utiliza en los talleres para medir pequeños espesores.

Se coloca el objeto que se desea medir entre las mordazas (el perno de medición y el tope) del aparato y se hace girar la horquilla para que avance hacia él. Cuando el objeto se encuentra firmemente sujeto entre ambas mordazas, su espesor puede medirse directamente en una escala trazada sobre el tambor graduado. Otra escala sobre el borde biselado de la horquilla y que se utiliza junto con la escala anterior proporciona lecturas hasta una precisión cercana al milésimo de pulgada (0,025 mm.).

Hay que tener en cuenta que el término "micrómetro" es más general que el que aquí nos ocupa: hay por ejemplo micrómetros en astronomía, y micrómetros magnéticos que permiten medir el espesor de un plateado. El que aquí definimos es simplemente un instrumento destinado a medir pequeños espesores y existen algunos que llegan a la precisión de 1/10.000 (0,0001). Los *calibres* se parecen a pinzas: sirven para medir dimensiones lineales y tienen dos brazos cuyas formas les permite en algunos casos medir distancias exteriores y, en otros, distancias interiores.

El principio del micrómetro es muy simple: cuando un tornillo gira una vuelta completa avanza una cantidad igual a su *paso* de rosca, es decir, a la distancia entre dos filetes sucesivos.

En el instrumento que ilustramos el filete del tornillo (invisible dentro del cuerpo del aparato) tiene un paso de rosca igual a 1/40 de pulgada. La parte exterior de la horquilla está unida a la mordaza superior y gira con ella. Como la horquilla es bastante ancha cualquier punto de ella avanza aproximadamente un pulgada y 1/4 por cada vuelta completa. La mordaza superior avanza sólo 1/40 avo de pulgada por cada revolución completa, por lo que el movimiento de la horquilla es 50 veces mayor que el de la mordaza superior (1 pulgada y 1/4 es igual a 50 veces 1/40 de pulgada). Pueden leerse las escalas como en cualquier regla hasta una precisión de 1/20 de pulgada; por lo que un movimiento de la horquilla de sólo una milésima de pulgada puede leerse fácilmente después que el tornillo lo ha aumentado 50 veces con lo que se tiene 1/20 de pulgada en la escala.

PRECISIÓN DEL MICRÓMETRO

La exactitud del instrumento depende de la precisión con la que se ha cortado el filete. El botón de fricción es un dispositivo que protege el filete impidiendo que se estropee al apretar demasiado la mordaza superior contra la inferior, o bien el objeto que se pretende medir. Tan pronto como la mordaza superior entra en contacto con algo sólido, el botón de fricción resbala sin hacer girar la horquilla.

CONQUISTA DE LOS DECIMALES

Los satélites se guían hoy con extraordinaria seguridad sólo porque los rotores de sus giróscopos se tornean al diezmillonésimo de milímetro. Se obtienen automóviles de cualidades extraordinarias a pesar de la producción en serie porque las máquinas herramientas trabajan con la precisión de un micrón, mientras hace dos siglos trabajaban con la exactitud de sólo un milímetro. Si las pilas atómicas pueden mantener reacciones en cadena es porque el aluminio que protege el uranio tiene una pureza de 99,999.999 %. Estos ejemplos podrán multiplicarse casi al infinito.

FÍSICA Y TÉCNICA

El gran progreso del siglo xx, el que permitió todos los demás fue la conquista de la precisión, es decir, el punto de intersección de la física y de la técnica. Los profanos suelen sonreír de las 5 ó 6 cifras que los especialistas colocan después de la coma. Sin embargo estas cifras representan verdaderas proezas técnicas y científicas, y sin ellas el mundo del siglo xx sería inconcebible. La aceleración del progreso técnico en el último siglo deriva finalmente de la conquista de los decimales. Hasta el triunfo de Einstein se debió a una fracción de segundo de arco en la medida de la desviación de un rayo que pasaba junto al sol (un ángulo de un segundo equivale a elevar 1 milímetro un extremo de una recta de 200 metros).

PRECISIÓN Y UNIFORMIDAD

Dormitan actualmente en las carpetas centenares de teorías que esperan una verificación experimental que no puede realizarse porque el margen actual de error es demasiado grande. El primer progreso se logró cuando se instituyó el sistema métrico; no se trataba de que todos los países lo adoptaran, pero sí que hubiera un equivalente fijo entre las medidas de uno y otro. Recuérdese que antes de ello la toesa o la vara de un tendero era diferente de la toesa o la vara del tendero vecino. Es cierto que con el sistema métrico se han logrado a veces precisiones increíbles, como la de la velocidad de la luz que se estima en 299.792,42 Km. por segundo y de la que sólo la última cifra es dudosa. El sistema métrico empieza a volverse insuficiente.

PATRONES NUEVOS

Poco a poco llegaremos a un patrón universal. El metro se estima ya en longitudes de onda derivadas de un determinado átomo. El tiempo se mide mediante la vibración de otro átomo. Dentro de poco el peso tendrá también como base el átomo. En definitiva, el átomo, ladrillo fundamental del universo, será nuestra reserva de patrones de medida. Y entonces dispondremos de patrones absolutamente invariables y universales.

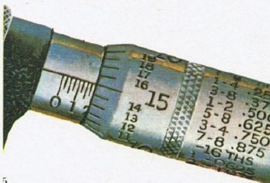
1.

El micrómetro se sostiene con la mano derecha de modo que la escala sea claramente visible para el operador.
El primer paso antes de usar el micrómetro, consiste en verificar la posición del punto cero. Para ello es necesario cerrar la boca o mordazas del instrumento haciendo girar únicamente la perilla de fricción. Cuando ésta comienza a resbalar, tanto la escala móvil como la escala fija deberán indicar "0". Cualquier lectura diferente que se obtenga estando en contacto las mordazas del instrumento deberá restarse de todas las lecturas siguientes.



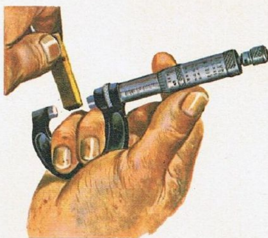
3.

Poco antes de que el objeto quede apretado entre el tope y el vástago, el pulgar y el índice se trasladan a la perilla o botón de fricción y la rotación final se efectúa desde allí. Esto asegura en primer lugar que el filete del micrómetro no soporte ningún esfuerzo perjudicial; y en segundo lugar que la pieza a medir no sufra una presión tan fuerte como para modificar su espesor real. Debe tenerse sumo cuidado que el objeto esté colocado perpendicularmente entre el tope y el vástago, pues en caso de oblicuidad las lecturas adolecerían de muy serios errores.



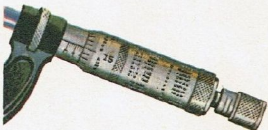
5.

Para leer el micrometro observamos primero las divisiones grandes (de 0,1 pulgadas ó 0,25 mm.) completamente descubiertas y visibles, en la escala fija. A continuación contamos los cuartos hasta la última subdivisión que esté completamente descubierta. Cada uno de éstos representa 0,025 de pulgada (ó 0,625 mm.). Finalmente leemos el número de la escala móvil que esté más cercano a la línea grabada en la escala fija como indicador. Sabemos así el número de divisiones de la escala móvil, cada una de las cuales representa 0,001 pulgada o 0,025 mm. Luego las tres lecturas se suman. En este ejemplo se leen: una división grande, 3 subdivisiones (cuartos) y la escala móvil indica 15 divisiones, lo que da un total de 0,1 pulg. + 0,075 pulg. + 0,015 pulg., lo que da un total de 0,190 pulgadas. En la página opuesta vemos un micrómetro con 3 grandes divisiones, 2 subdivisiones (cuartos) y 7 divisiones en la escala móvil. El espesor del objeto que se mide es entonces 0,3 pulg + 0,05 + 0,007 pulg., lo que da un total de 0,357 pulg.



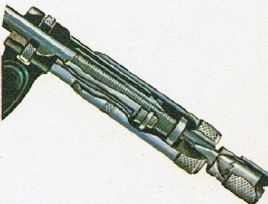
2.

El paso siguiente es hacer rotar el manguito u horquilla en sentido opuesto al de las agujas de un reloj entre el pulgar y el índice; se sostiene el instrumento en la forma que se ilustra, hasta que la abertura de la boca permita introducir el objeto que quiere medirse. Probablemente nos resulte más cómodo usar el anillo rugoso contiguo a la escala movible en lugar del que se encuentra en el extremo del manguito u horquilla. Estando el objeto a medir en la posición debida se hace girar suavemente el manguito en sentido de las agujas de un reloj para cerrar la boca o abertura del micrómetro.



4.

Este micrómetro está graduado en pulgadas y cada división numerada de la escala fija equivale a un décimo (0,1) de pulgada. Estas divisiones están fraccionadas en cuatro, de modo que cada sección menor representa un cuarentaavo (0,025) de pulgada. La graduación de la escala móvil va de 0 hasta 25, y una revolución completa del manguito recorre una división íntegra de la escala fija. Por consiguiente 25 divisiones de la escala móvil representan 0,025 (1/40 de pulgada) o sea que una subdivisión menor de la escala móvil equivale a 0,001 mm. (un milésimo) de pulgada de espesor, o sea 2 ½ milésimos de milímetro.



6.

Corte del micrómetro que nos muestra el filete del tornillo en el extremo oculto del vástago. Éste gira en una rosca asegurada a la parte fija del aparato.

LOS FRIGORÍFICOS (introducción)

CIENCIA APLICADA

La heladera eléctrica ha transformado la vida del ama de casa porque le permite espaciar sus compras y defender su salud, aunque no debe acumular alimentos por más de una semana. Se entiende por *refrigeración* el almacenamiento de alimentos perecederos, por lo general cerca del punto de congelación, con el fin de prolongar su vida útil. Debe tenerse en cuenta que la mayoría de las frutas resultan dañadas por las bajas temperaturas.
Los gases más usados en refrigeración son el freón 22, y en escala industrial el amoníaco. Cuando se trata de aparatos de acondicionamiento de aire donde los gases no deben ser tóxicos debido a los posibles escapes, se utilizan el freón 11 y freón 12.

EL FRÍO INDUSTRIAL

El mundo moderno es el del intercambio comercial. Hay entonces un *factor de plazo* en el aprovisionamiento, y la industria debe enfrentar el problema.
Lo primero es conocer las causas del deterioro: éste se manifiesta por alteraciones del color, sabor, olor o consistencia, pero lo que mayormente importa a la sanidad es el *peligro* oculto. Entre las causas de alteración del alimento se pueden citar la evaporación del agua, si se trata de sustancias húmedas, la maduración de las frutas, el enranciamiento por el oxígeno en la manteca y otros derivados, las suciedades comunicadas al alimento por los insectos, y sobre todo la acción de algunos microorganismos. Entre los microorganismos el más común es la *salmonella*, y también los estafilococos que son menos peligrosos. El botulismo, que es una contaminación muy rara que aparece en los alimentos ácidos, es peligrosísimo y alcanza una mortalidad del 60 %.

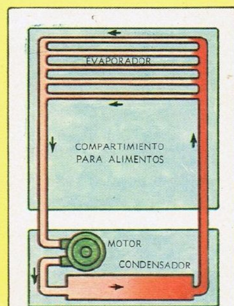
MÉTODOS DE PRESERVACIÓN

La primera idea es esterilizar los alimentos y luego protegerlos adecuadamente. Con calor, como en las conservas, el alimento requiere estar cerca de 150° por 5 a 10 minutos en su centro. Además se debe enfriar rápidamente para evitar un sobrecocido. Se estudian intensamente las radiaciones, que pueden utilizarse en envases ya cerrados y tienen la ventaja de poder provenir de los desechos radiactivos de pilas atómicas; pero generalmente alteran la fragancia del alimento. El otro método es el de deshidratar los alimentos, pues los microorganismos no actúan sin humedad suficiente; este desecamiento es el que utiliza la naturaleza para preservar sus semillas. Pero su campo de aplicación es bastante limitado por el momento. Otro sistema es el empleo de sustancias químicas que inhiba las alteraciones; entre éstas está la clásica sal común, y los nitratos y nitritos que preservan el color pero son algo tóxicos, los ácidos benzoico, acético y propiónico, que se utilizan con éxito en los frutos, el humo para los embutidos, y los antibióticos, algunos de los cuales han sido ya prohibidos como la tetraciclina.
Pero el sistema más empleado es el de la *refrigeración*, porque no altera las vitaminas y las enzimas propias de los alimentos y porque, aunque no destruye las bacterias,

Parte de un depósito de alimentos congelados en el que la temperatura se mantiene por debajo de 18°C bajo cero. Obsérvese las cañerías por las que circula el líquido refrigerante, cubiertas de escarcha.

REFRIGERACIÓN DE FRUTAS

Como todas las cosas vivientes las frutas se alteran con el tiempo. Este fenómeno comienza con la recolección. Se puede madurar los tomates dejándolos expuestos a la luz del sol. Las frutas se mantienen sólo poco tiempo si no se guardan en ambientes adecuados, cuya temperatura debe ser lo suficientemente baja como para que se retarde la maduración y se impida la actividad de bacterias y hongos. Sin embargo la temperatura no debe ser tan baja que la savia líquida se convierta en hielo, pues entonces la fruta "se quema" (en los tubos capilares esto ocurre a temperaturas más bajas). En un ambiente no tan frío puede ocurrir que experimente cambios químicos perjudiciales, y así no madurar o hacerlo demasiado pronto y pudrirse u ofrecer un campo favorable al desarrollo de los hongos. Pomelos, naranjas y tomates se guardan a 7°C bajo cero; las bananas necesitan una temperatura alta, entre 11°C y 14,4°C; para las manzanas la temperatura varía entre los 6°C bajo cero y 4,4°C sobre cero.



CÓMO FUNCIONA UNA HELADERA ELÉCTRICA

Cuando un líquido se evapora (es decir se convierte en gas) absorbe calor. En una heladera eléctrica se toma el calor del depósito para los alimentos, que en consecuencia se enfría. Cuando el gas se transforma nuevamente en líquido se desprende calor, pero esto ocurre en un condensador que está siempre fuera del compartimiento para los alimentos.

retarda o suspende definitivamente su acción. De allí que su utilidad práctica sea enormemente mayor. Los epígrafes de este artículo indican con bastante claridad algunos puntos esenciales de los métodos utilizados en los frigoríficos, sobre los que volveremos en notas posteriores.

ADELANTOS RECIENTES

Se estudia el efecto Peltier (es contrario al de las termocuplas). Se utilizan cada vez más los métodos de ultracongelación. También se recurre en forma creciente a la friodesecación, cuyo nombre indica claramente que consiste en desecar los alimentos a una temperatura muy baja. Se emplean ya atmósferas artificiales para frutas y verduras (algunas, como las bananas, necesitan temperaturas bastante elevadas). Se ensayan antibióticos en escala comercial en las aves y pescados. Y sobre todo se insiste en el mejoramiento de los vehículos: los vagones refrigerantes transportan alimentos a 18° bajo cero mientras los camiones lo hacen a temperaturas cercanas a los 0°. El hielo seco o sea anhídrido carbónico congelado, es la sustancia de elección para mantener esas temperaturas.

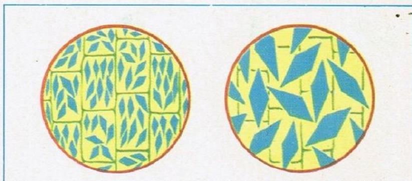
LA CARNE

Tiene gran importancia que las bacterias se vuelvan inactivas a bajas temperaturas. Significa, por ejemplo, que puede comerse carne llegada de ultramar, mantenida en un ambiente refrigerado por períodos de hasta tres meses. Por ejemplo, el cordero de Nueva Zelandia se enfría allí a una temperatura de —13,3°C hasta —12,2°C. Los barcos tardan entre cuatro semanas y dos meses para llegar a Gran Bretaña; se lleva después la carne a frigoríficos donde se la mantiene a una temperatura aproximada de —10°C. La carne pierde muy poco de su sabor durante esos tres meses, período límite para el consumo normal. Luego pierde el sabor y se endurece por resecamiento de su superficie (con esta "deshidratación superficial" la carne comienza a deteriorarse). En el frigorífico el aire es más seco y frío que la carne, por lo que la humedad tiende a escapar de la carne hacia el ambiente hasta llegar a un equilibrio. Los pedazos grandes pierden relativamente menos humedad que los pequeños pues la superficie libre de un objeto grande es proporcionalmente menor, comparada con su peso, que la de uno pequeño. Por esta razón es más fácil conservar la carne vacuna que la ovina, a pesar de que la primera se embarca por cuartos de animal y la segunda por animales enteros.

Para el transporte de carne desde el frigorífico hasta las carnicerías minoristas se utilizan camiones con aislación térmica. Se evitan los viajes de más de doce horas. Estos camiones no refrigeran, pero en su revestimiento hueco se coloca un líquido que se hiela antes de empezar el viaje.

Para algunos alimentos tales como el pescado, se mantiene en el frigorífico una atmósfera húmeda. Por otra parte cuando las aves llegan al frigorífico se encuentran a elevada temperatura y contienen un exceso de humedad. Ambas se eliminan con una corriente de aire seco y frío.

El alimento mantenido durante largo tiempo en los frigoríficos se hiela lentamente: debido al desprendimiento de humedad, cuando recupera la temperatura normal, a veces en el mismo frigorífico, pierde algo de su sabor o de su valor nutritivo.



A la izquierda se ven los pequeños cristales de hielo que se forman en los alimentos sometidos a una congelación veloz. A la derecha, se observan los cristales grandes que se originan al enfriarse lentamente el alimento. Estos cristales rompen las paredes de las células y las alteran gravemente.

ENFRIAMIENTO RÁPIDO

Un progreso decisivo en la conservación prolongada de los alimentos a baja temperatura consiste en el enfriamiento súbito (**quick-freezing**) fruto de las investigaciones del estadounidense Clarence Birdseye. Antes de la introducción de este método en 1929, en las grandes ciudades era difícil adquirir alimentos similares a los frescos. Pero ahora la diferencia es prácticamente nula. Birdseye observó que los esquimales del Canadá conservaban los alimentos, en el frío intenso de esas regiones, al aire libre durante varios meses, a pesar de lo cual al elevar su temperatura estaban tan frescos como el primer día. Descubrió entonces que si se congelan los alimentos con la suficiente rapidez a una temperatura muy baja no pierden nada de su sabor ni de su valor nutritivo cuando se eleva su temperatura muchos meses más tarde.

Cuando los alimentos se enfrían lentamente, se forman cristales grandes de hielo en sus células. Estos grandes cristales rompen las paredes celulares; en consecuencia, cuando se eleva nuevamente la temperatura el agua arrastra las sales y otras sustancias minerales. Así pierde el alimento su sabor y su valor nutritivo. En el método llamado "quick-freezing" los cristales se forman tan rápidamente que son muy pequeños (el tamaño de un cristal depende de la lentitud con que se forma). Toda la humedad del alimento se congela antes que los cristales hayan tenido tiempo de crecer y romper las paredes de las células. Cuando se eleva la temperatura del alimento éste no pierde su humedad propia. Conserva pues su sabor y valor nutritivo y está tan fresco como cuando se lo sometió a este tratamiento.

Después de la limpieza, la selección por calidades y otras etapas, los alimentos se colocan en cajas de cartón sobre bandejas metálicas. Éstas se ponen en estantes térmicamente aislados, compuestos de tubos metálicos por los que pasa un líquido refrigerante a una temperatura de —33,3°C. Esta parte del procedimiento dura de una hora a una hora y media, período durante el cual el centro de cada caja de cartón llega a una temperatura de —18°C. Desde allí pasan a amplios ambientes refrigerados. Llegan a los expendedores minoristas en vagones refrigerados o camiones convenientemente aislados.

Todos los organismos se componen de células. Las de los animales superiores funcionan por grupos, cada uno de los cuales desempeña una tarea específica. Se llaman tejidos los grupos de células similares que llevan a cabo determinada función. Los diversos tejidos se unen para formar órganos. Una sustancia intercelular suele mantener unidas las células. Hay cinco clases principales de tejido: "epitelial" (o de revestimiento); "conjuntivo" (para unir células y organismos y llenar los vacíos); óseo-cartilaginoso" (de sostén); "muscular" y "nervioso". La cantidad de sustancia intercelular varía considerablemente entre los diversos tejidos. En el tejido epitelial forma sólo una pequeña parte, pues las células están muy juntas, pero en el conjuntivo o en el óseo son los productos de las células, no estas mismas, los que constituyen gran parte del tejido. Las células están entonces bastante separadas entre sí.

LA ESPECIALIZACIÓN DE LAS CÉLULAS

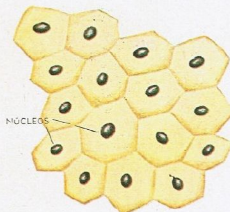
Sabemos que la célula es la menor porción capaz de vivir y que los seres unicelulares cumplen todas las funciones de los organismos. Todos nosotros comenzamos por una sola célula. Pero por lo general las células no viven aisladas: forman *tejidos*, que son conjuntos armoniosos y coordinados de células semejantes. En efecto a medida que un organismo se complica se ve obligado a realizar simultáneamente tres tareas: especializar sus funciones, coordinarlas y armonizarlas. A la especialización corresponde lo que llamamos "tejidos". En las células de tejido no hay cambios fundamentales, sino variaciones secundarias, específicas y adaptacionales. Sin embargo esas células tienen la "personalidad del tejido": se las puede disociar sin dañarlas con tripsina, mezclar luego varios tejidos diferentes en un cultivo y se observará que se van agrupando las que pertenecen a los mismos tejidos.

CÉLULAS QUE PROTEGEN

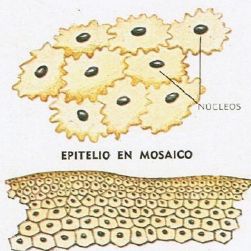
Los epitelios son envolturas protectoras del cuerpo y de los órganos. Los vemos directamente en la piel, pero también revisten los intestinos, los pulmones y los vasos sanguíneos. Es casi evidente que un epitelio como la piel encerrará los órganos que reciben los elementos de percepción, como el tacto, y también de la regulación térmica. También es casi evidente que son los epitelios los que han de contener la mayoría de las glándulas que expulsan moco u otras sustancias necesarias para la digestión o para ayudar a la respiración.

CÉLULAS QUE UNEN

Forman el tejido llamado conectivo o conjuntivo, que es una especie de matriz amorfa que cementa entre sí a los tejidos y a los órganos. El tejido conectivo es el que más abunda en los mamíferos. Se llama *laxo* al que rellena los espacios huecos; *denso* al que forma los tendones y ligamentos. Puede convertirse en tejido adiposo de reserva y entonces una gota de grasa desplaza al núcleo del centro de la célula. Entre las funciones del tejido conjuntivo están las síntesis de las grasas y la muy importante formación de los anticuerpos. En el tejido conjuntivo abunda la sustancia intercelular.

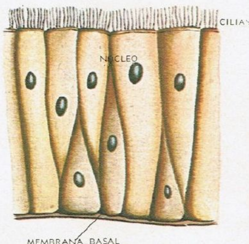


EPITELIO PAVIMENTOSO



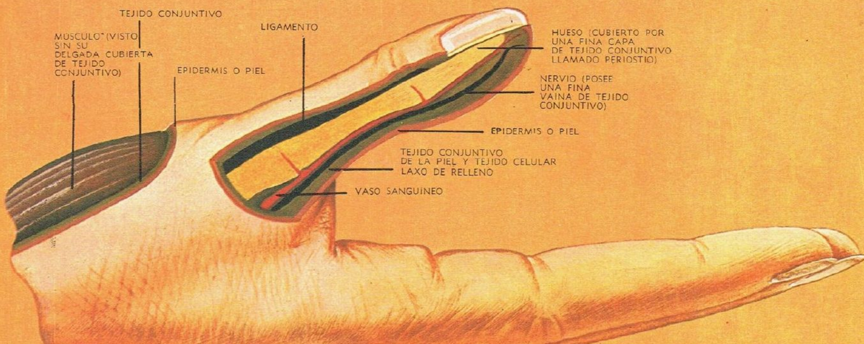
EPITELIO EN MOSAICO

EPITELIO ESTRATIFICADO



EPITELIO CILÍNDRICO CILIADO

Un epitelio puede componerse de una o más capas de células superpuestas de formas y tamaños muy diferentes. Las finas y planas, forman el epitelio pavimentoso que reviste, por ejemplo, ciertos conductos del riñón. Hay células de esa clase con bordes ondulados. Existen **epitelios cúbicos** cuyas tres dimensiones son aproximadamente iguales: se encuentran en muchas glándulas (p. ejemplo hígado). Los hay **cilíndricos** como en el intestino; el epitelio cilíndrico puede ser ciliado, como ocurre en la tráquea. Las cilias son pequeños pelos rígidos cuyo latido rítmico ayuda a eliminar partículas indeseables. Las células exteriores de la piel y el interior de la mejilla forman un epitelio **escamoso estratificado.** También se lo encuentra en la parte anterior, transparente, del ojo (córnea).



Corte de un pulgar humano para mostrar esquemáticamente las relaciones entre algunos de las distintas clases de tejidos.

que no es propiamente viviente y que se compone de fibras blancas y de fibras amarillas. Las amarillas son las elásticas, las blancas son simplemente resistentes.

CÉLULAS QUE SOSTIENEN

Aquí tenemos dos tejidos: el elástico es el cartilaginoso; el sólido es el óseo. A menudo los huesos nacen del cartílago. A pesar de su dureza aparente se remodelan con gran facilidad. Los largos y algunos otros contienen en su cavidad a la médula ósea, órgano formador de la sangre, pero cuya constitución es completamente distinta de la del hueso. La parte sólida de éste es un depósito muerto, no viviente; el hueso contiene pocas células y por eso los transplantes del mismo son fáciles; entre las células hay canalículos y éstos son indispensables para que las células formadoras del tejido óseo puedan alimentarse. En cambio los cartílagos se alimentan por medio de la sustancia intercelular.

TEJIDOS QUE TRANSPORTAN

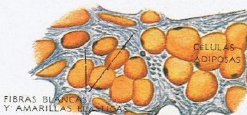
Así llamaremos a la sangre. En la sangre existen glóbulos *rojos* cuyo nombre científico es *eritrocito* (significa lo mismo) que absorben el oxígeno en los pulmones y lo llevan a los tejidos; *glóbulos blancos*, cuyo nombre es *leucocito*, que son errantes y se mueven como amebas englobando y dirigiendo a los cuerpos extraños: son como los agentes de policía del organismo. Se los divide en *granulocitos, linfocitos* y *monocitos;* los hay de diferentes grados de maduración; las proporciones entre ambos suele indicar a los médicos en los análisis la gravedad y la forma de una infección que sufre un paciente. Por último existen las *plaquetas* o *trombocitos* cuya misión es coagulante, es decir, que reparan las lesiones de los vasos.

CÉLULAS QUE MUEVEN

Son los *músculos* y cualquiera sea su naturaleza siempre se basan en la contracción y su sucesivo aflojamiento. Existen músculos *lisos*, indepen-



TEJIDO CONJUNTIVO AREOLAR O LAXO



TEJIDO ADIPOSO O GRASO







FIBRAS BLANCAS



FIBRAS ELÁSTICAS AMARILLAS

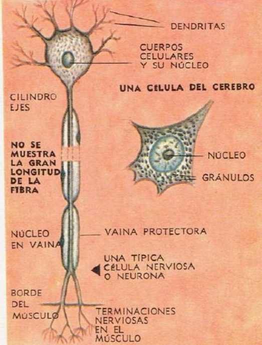


SANGRE

Algunos tejidos se componen casi exclusivamente de fibras blancas, como el tejido fibroso blanco, los tendones, que unen los músculos a los huesos, o los ligamentos que conectan huesos en las articulaciones, y ciertas cubiertas protectoras de órganos. El tejido **amarillo elástico** está constituido principalmente por fibras elásticas amarillas. Los ligamentos que unen los huesos de la columna vertebral son de este tipo. El **tejido reticular** es un tejido conjuntivo que se presenta en forma de finas láminas. Rodea a las fibras nerviosas y musculares y también forma la membrana basal de los epitelios.
Algunas células de tejido conjuntivo pueden almacenar grasa. Ese tejido adiposo se encuentra principalmente bajo la piel y en el mesenterio (membrana que vincula el intestino al resto del cuerpo).

La sangre es un tejido. Consiste en un **plasma** líquido, en el cual flotan **células**. De éstas hay dos clases principales: los glóbulos rojos y los glóbulos **blancos**. Los rojos son muchísimo más numerosos (cinco millones por milímetro cúbico contra siete mil por milímetro cúbico de los blancos) y contienen una sustancia roja llamada hemoglobina que transporta el oxígeno de los pulmones a los tejidos. Muchos de los glóbulos blancos pueden devorar o **fagocitar,** los microorganismos. A su vez las sustancias producidas por las bacterias pueden matar estos glóbulos: los millones de glóbulos blancos muertos forman el **pus.**
Otros minúsculos elementos de la sangre son las **plaquetas,** que desempeñan un papel importante en el mecanismo de la coagulación y también obstruyen cualquier pequeña perforación en los vasos sanguíneos. Hay unas 250.000 plaquetas por mm^3.

CARACTERÍSTICAS TÍPICAS DE LAS CÉLULAS NERVIOSAS, FIBRAS MUSCULARES Y TEJIDOS CARTILAGINOSOS



FIBRAS MUSCULARES

Cada fibra muscular lisa mide alrededor de 1/5 mm. de largo y 1/150 mm. de ancho. Tiene forma de huso con un núcleo en el centro. El músculo liso efectúa contracciones lentas y sostenidas, como las que empujan el alimento por el tubo digestivo.
Cada fibra muscular estriada mide alrededor de 1/10 mm. de diámetro y puede tener varios centímetros de largo. Cada una contiene centenares de núcleos y la componen largas y finas "miofibrillas" en las que aparecen, alternadas, bandas claras y oscuras que cambian de espesor cuando el músculo se contrae. De allí su nombre de "estriadas". El músculo estriado es el del movimiento veloz y voluntario. El músculo del corazón es especial: lo componen fibras que se ramifican en complicada red. Esta disposición es adecuada para el tipo de movimiento de este órgano, cuya función es aumentar y disminuir su capacidad.
Sus fibras constan también de fibrillas estriadas, pero a intervalos hay bandas oscuras de separación.

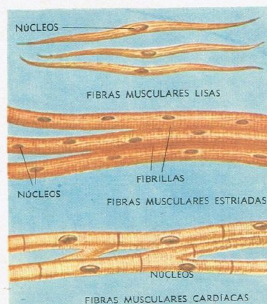
CÉLULAS NERVIOSAS

La parte principal de la célula nerviosa o neurona es el cuerpo. Su forma es redondeada, pero emite ramificaciones para su conexión con otras células nerviosas. Una rama fina y muy larga, el cilindroeje, conduce las señales de la neurona a otra neurona, músculo o glándula. Los cilindroejes que van de la médula hasta los dedos de los pies pueden llegar a tener casi un metro de largo. Cada cilindroeje es un fino hilo de protoplasma rodeado por una capa protectora de sustancias adiposas y proteína (mielina). La célula nerviosa posee a su alrededor una fina membrana; el nervio es una vaina conjuntiva con fibras nerviosas de diferentes células. Los nervios principales contienen muchos haces. Gran parte de las células del cerebro tienen un cilindroeje corto como el resto de sus dendritas.



TEJIDOS CARTILAGINOSOS

El tipo más simple de cartílago es el **hialino**, transparente y vítreo. Une las costillas con el esternón y también cubre los huesos en los puntos de rozamiento de las articulaciones. El fibrocartílago es muy resistente, contiene fibras blancas, es poco elástico y forma los discos que se interponen entre las vértebras de la columna.
El **cartílago elástico** contiene fibras elásticas amarillas. Constituye el pabellón de la oreja, parte de la laringe, etc. Un **hueso** consiste en una superposición de capas de fosfato de calcio y materiales orgánicos. Dentro de esta parte sólida hay células en forma de estrella, situadas en cavidades similares, todas unidas entre sí por finos canales. Los vasos y nervios pasan por canales mayores, llamados **haversianos**, rodeados por capas concéntricas. Hay muchos sistemas de Havers en cada hueso.



dientes de la voluntad y de movimientos lentos, como los del intestino. Músculos *estriados* en los que la célula contiene muchos núcleos, pero no se ramifica y puede llegar a unos 12 cm. de largo. Y por último el *miocardio*, músculo especial del corazón que es una especie de intermedio entre el músculo liso y el estriado: se compone de fibras estriadas pero involuntarias, que, por otra parte, difieren de las estriadas en que están conectadas entre sí y en que tienen el núcleo en el medio de la célula.

CÉLULAS QUE COORDINAN Y ARMONIZAN

En primer lugar están las células *nerviosas;* pero no debemos olvidar a las células de las glándulas. Las células nerviosas transmiten impulsos de los órganos al cerebro y viceversa, a una velocidad que puede pasar de los 120 m. por segundo; el sistema nervioso recibe, consume, emite y conduce los estímulos. Se caracteriza por su extraordinario consumo de oxígeno, infinitamente superior al de los otros tejidos. Obsérvese que el tejido nervioso no sólo transmite informaciones, sino también respuestas a los estímulos; es decir, que el conjunto forma un arco nervioso que comienza con la recepción de un estímulo y concluye con una respuesta.
Hemos hablado, por último, de la armonización; de ésta se encargan células de secreción interna denominadas *hormonas* que procuran un desarrollo armonioso del cuerpo, y presiden en parte su funcionamiento.

OTRAS CÉLULAS

Son muchísimas las especializaciones parciales: hay células especiales en el ojo, en el hígado, en el oído, en el páncreas, etc. La lista sería interminable. En sucesivas notas podremos estudiarlas con más detalle.

MALPIGHI, el anatomista

En el siglo del italiano Marcelo Malpighi (1628-1694), la conjunción de la ciencia y la técnica engendran el mundo moderno. Brillantes investigadores contrastan con los médicos antiguos. Aunque el combatido William Harvey, que estudió en Padua, le corresponde el honor de haber *demostrado* el mayor descubrimiento de siglo, la circulación de la sangre, casi no hay término de la anatomía que no nos recuerde a alguno de sus admirables contemporáneos: se habla de glándulas de Bartholin, de cisterna de Pecquet, de conducto de Stenon, de senos de Valsalva, de folículos de Graaf, de conducto de Wirsung, de capas y glomérulos de Malpighi, etc.

LA AURORA DE UN UNIVERSO

Los comienzos fueron penosos. La concepción del cosmos de los mal llamados "oscurantistas" de la época, era coherente. Para ellos, la percepción no era una apariencia, sino una realidad; el mundo se reducía a lo normalmente visible. Revelar la insólita realidad del universo fue tarea de titanes visionarios. Además, los primeros instrumentos ópticos eran malos, deformaban el objeto como un calidoscopio, lo coloreaban y eran más dignos de un volatinero que de un sabio. Copérnico no interesaba, en parte porque no "demostraba" nada práctico.

SE LEVANTA EL TELÓN

En Nínive se tallaban lentes y ya en 1482 Nuremberg poseía una corporación de fabricantes de anteojos. Pero cuando en 1609 el infatigable Galileo supo que "un belga" lograba aumentos acoplando una lente cóncava a otra convexa, creó un telescopio con el que, en un abrir y cerrar de ojos, "expandió" el universo. Con Harvey y Galileo se desmoronaba un andamiaje mental de siglos. No es extraño que el sabio e ilustre padre Mersenne, al comentar la fantástica velocidad de la luz recientemente calculada, sintiera como "un anticipo del fin del mundo".

DE LA ASTRONOMÍA A LA MIOPÍA

Mientras la explosión de los cielos despertaba el entusiasmo general, la lupa y el microscopio, que nos obsequiarían el dominio de lo infravisible, quedaban relegados. Sólo la prodigiosa habilidad de Leeuwenhoek, el Galileo de la microscopía, pudo hacer que la lupa quintuplicara su poder. Además, fabricar un microscopio era difícil y planteaba problemas de iluminación y de aberraciones. Los microscopios primitivos, literalmente enormes (más de 3 metros) fueron durante décadas simples curiosidades destinadas a exhibir en los circos moscas y otros insectos corrientes.

EL GRAN MALPIGHI

Comenzó con una lupa y luego Divinia, de Roma, le fabricó microscopios compuestos: en éstos el objetivo da una imagen agrandada, y el ocular hace las veces de lupa. La óptica moderna *demuestra* que una mayor perfección *óptica* es imposible. Fueron el múltiple Roberto HOOKE y Nehemías GREW quienes iniciaron este esfuerzo de generaciones que concluye en el microscopio actual.

Malpighi comprobó *de visu* (en el ala del murciélago y en el pulmón de la rana) el paso de la sangre desde el sistema arterial al venoso; demostró que los animales minúsculos también poseen órganos diferenciados y describió las tráqueas respiratorias del gusano de seda; estudió la embriología del pollo; analizó juiciosamente la circulación de la savia; dibujó exactamente la estructura íntima de muchos vegetales, pero no logró comprender su organización celular; intuyó, por último, que la vesícula de Graaf es sólo el envoltorio del óvulo, pero hasta fines del siglo XIX no se descubrió el mecanismo de la fecundación. Las ideas corrientes en su época eran —aunque comprensibles— tan fantasiosas que la obra de Malpighi dormitó durante generaciones. Cualesquiera sean sus descubrimientos concretos, *su gran mérito es haber creado la histología*, es decir, la ciencia que estudia la especialización de las células en tejidos de funciones determinadas.

TÉCNICA Y VOLUNTAD

Los instrumentos que nos revelaron el mecanismo íntimo de la vida eran débiles, rudimentarios, inseguros. A su lado, los actuales son verdaderos prodigios. Pero no olvidemos que mediante la tenacidad y el empeño de Pasteur, de Koch, de Roux, de Behring, de Ramón y Cajal y de tantos artífices de la ciencia moderna se lograron asombrosos descubrimientos con aparatos tan incómodos e imperfectos que ya ni se utilizan en tareas elementales.



Las descripciones de Malpighi, profesor en Pisa, Messina y Bolonia, eran muy exactas. Campani, de Roma, construyó muchos microscopios como el que se ilustra. Todos ellos constan de pinza y portainsecto, y se inspiran en los principios de Hooke. Los primeros microscopios, muy lujosos, eran poco "funcionales".

LOS TRES ESTADOS DE LA MATERIA

El calor es la energía de las moléculas. Las moléculas del aire que nos circunda se mueven más o menos a 1.800 Km. por hora. A medida que se enfrían, es decir, que se reduce su cantidad de calor, las sustancias pasan del estado gaseoso al estado líquido y del estado líquido al estado sólido. Por otra parte, si calentamos un sólido hasta un grado suficiente, llegamos siempre a licuarlo y a transformarlo en un gas. Una idea de esto nos la puede dar el *movimiento browniano* que se observa con los microscopios: en efecto, las partículas muy chicas reciben choques desiguales de las moléculas que las circundan y entonces describen una serie de zigzags que se conoce como "movimiento browniano".
Es cierto que existen gran diferencias. El tungsteno, descubierto por el español Elhuyart, funde a 3.370° y vaporiza sólo a 5.900°; hay materiales refractarios, como los carburos de tántalo y de hafnio, que sólo funden a 3.960°. En el otro extremo está el helio, que por más que se lo enfríe no se transforma en un sólido sino se lo ayuda con presión. Pero en líneas generales con mayor calor las sustancias deben llegar primero al estado líquido y luego al estado gaseoso.

DEFINICIONES BÁSICAS

Dicho esquemáticamente, un sólido es el que conserva su volumen y su forma; un líquido es el que sólo conserva su volumen pero adopta la forma de su recipiente; un gas es aquél que no tiene ni forma ni volumen determinados. En las temperaturas corrientes en la Tierra el mercurio es el único *elemento* líquido, pero en el universo existen temperaturas extremas: un inmenso calor en el interior de las estrellas donde todo debe encontrarse en estado gaseoso; y un tremendo frío en los espacios intersiderales. Se calcula que en los planetas exteriores del sistema solar sólo el hidrógeno y el helio pueden mantenerse todavía en estado gaseoso.
En las ilustraciones vemos los tres estados de un elemento familiar: el cobre. Éste es sólido en las piezas que habitualmente manejamos; líquido, cuando se lo elabora; y gas, cuando colorea en verde la llama del mechero de Bunsen (ésta es una de las reacciones más cómodas que se conocen, para averiguar la presencia de cobre en un compuesto).

DIFERENCIAS ÍNTIMAS ENTRE LOS TRES ESTADOS

La diferencia entre los estados sólido, líquido y gaseoso, reside esencialmente en la agitación de las moléculas, que no es más que la expresión de su temperatura. Las ilustraciones muestran el comportamiento de los átomos (moléculas de cobre en dichos estados). En estado sólido, las moléculas conservan una *estructura*, es decir, no se mueven las unas en relación con las otras. Se limitan a vibrar, pero cada una mantiene su posición. De allí que sea difícil modificar la forma de un sólido.
En estado líquido las moléculas forman también masas compactas, pero al aumentar su temperatura se agitan más y resbalan unas sobre otras; por eso los líquidos no son, en general, compresibles, pero adoptan la forma del vaso que los contiene.
En un gas, las moléculas están en estado de *caos*. Se mueven tan rápidamente que se liberan unas de otras. Ocupan entonces un volumen mucho mayor que en los otros estados porque dejan espacios libres intermedios y están enormemente separadas unas de otras. Por eso es fácil comprimir un gas, lo que significa, en este caso, disminuir la distancia entre las moléculas. El gas carece no sólo de forma sino de volumen, porque se comprende que donde tenga espacio libre allí irán sus moléculas errantes y el gas se *expandirá* hasta llenar totalmente cualquier recipiente.
Hay gases muy livianos como el hidrógeno, que pesa menos de un centésimo de lo que pesa el aire, y gases muy pesados como el *radón*, descubierto por F. E. Dorn en el año 1900, que pesa unas diez veces más que el aire.

GASES

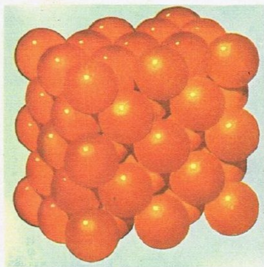
En un gas, las moléculas individuales se mueven a enormes velocidades, y, como son incontables, por pequeño que sea el volumen que ocupan, están en colisión continua entre sí y con las paredes que las contienen. Siendo las moléculas tan pequeñas y numerosas, no es posible medir la velocidad o el número de colisiones por segundo de cada una individualmente. Sin embargo, el comportamiento de un gas se conoce por cálculos matemáticos de los promedios, con una extraordinaria exactitud; este estudio se llama *teoría cinética de los gases*.
La presión que el gas ejerce es simplemente el resultado del enorme número de choques de sus moléculas contra las paredes y de la gran velocidad de impacto. La energía de las moléculas aumenta con la temperatura, o sea que al calentarse aumenta la presión que ejerce el gas en el recipiente por ser mayores el número y violencia de las colisiones de las moléculas contra las paredes. Dicho en otras palabras, la elevación de la temperatura aumenta la presión y su disminución reduce la presión. De hecho la temperatura de un gas no es otra cosa que la medida de la energía cinética de las moléculas que lo componen.
En un gas las moléculas no ejercen mayor atracción entre sí: sus movimientos son enteramente casuales.
El gran espacio entre ellas nos explica cómo un gas puede ser comprimido hasta límites realmente asombrosos. La presión atmosférica que soportamos es también el resultado de los numerosos choques de las moléculas del aire contra nuestros cuerpos y los demás objetos que se encuentran sobre la superficie de la Tierra. Una ley fundamental de la física llamada "ley de Avogadro" dice que "a igual presión y a igual temperatura un mismo volumen de cualquier gas contiene el mismo número de moléculas".

SÓLIDOS

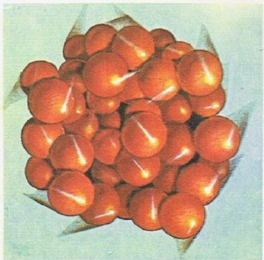
Lo que caracteriza a los sólidos es la regularidad estructural que reemplaza al caos de los gases. Al bajar suficientemente la temperatura las moléculas se van quedando tan juntas que llegadas a cierto punto, denominado punto de congelación, se ordenan según disposiciones rígidas llamadas cristales y se mantienen juntas mediante fuerzas eléctricas. Se dice entonces que la sustancia se ha vuelto sólida.
Casi todos los sólidos existen en forma de cristales; pero hay algunos llamados "amorfos", como el vidrio y ciertas resinas, que no son de naturaleza cristalina: se parecen más bien a líquidos que se hubieran vuelto cada vez más viscosos. Cuando un sólido cristalino se quiebra lo hace siempre siguiendo un plano llamado "plano de clivaje" que corresponde al ordenamiento de sus moléculas; pero esto no pasa en los sólidos amorfos. Por otra parte los sólidos amorfos no tienen un punto de fusión definido, ya que gradualmente se van volviendo líquidos y por lo tanto más fácilmente deformables; poco a poco adquieren las propiedades que suelen ser características de los líquidos. Ésta es la razón por la cual se los llama a menudo "líquidos superenfriados".

LÍQUIDOS

La teoría matemática de los líquidos es de una dificultad realmente extraordinaria. Con todo algunos hechos son sencillos; si se disminuye suficientemente la temperatura de un gas, se llega a un punto en que la velocidad de movimiento de las moléculas se ha reducido tanto que se quedan suficientemente juntas como para atraerse unas a otras. Las fuerzas son diferentes de las que unen los átomos dentro de la molécula, pero también son de naturaleza eléctrica; de hecho resultan de la atracción entre los núcleos atómicos cargados positivamente y los electrones orbitales de los átomos vecinos, cargados negativamente.



Átomos de cobre en estado sólido.



Átomos de cobre en estado líquido.



Átomos de cobre en estado gaseoso.

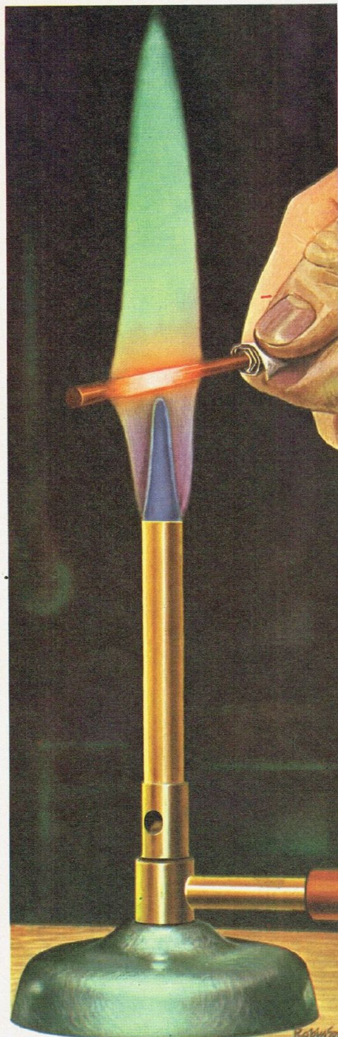


El cobre es sólido por debajo de 1.080° C.

Estas fuerzas se denominan moleculares o de van der Waals, que fue quien las descubrió. Con todo las moléculas de un líquido, en contraposición con la de un sólido, todavía son capaces de deslizarse unas sobre otras; de modo que aunque su volumen es fijo su forma no lo es. Es cierto que las moléculas de un líquido han perdido la facultad de moverse libremente, pero los espacios entre ellas han quedado tan reducidos que la posibilidad de comprimir un líquido es siempre muy pequeña. No todas las moléculas se mueven naturalmente a la misma velocidad y algunas de las más rápidas, si se encuentran cerca de la superficie, suelen escapar: este fenómeno es el que se denomina "evaporación". Como las moléculas que escapan son naturalmente las más veloces, las que quedan son las más lentas, y es por esta razón que la evaporación enfría el líquido. Es también cierto que cuando la atmósfera contigua al líquido llega a un punto llamado de "saturación" vuelven al líquido tantas moléculas como escapan de él, y se establece entonces una fase de *equilibrio*.
Supongamos ahora que calentamos un líquido, es decir que vamos entregando más y más energía a sus moléculas. Va llegar un momento que esta *presión de vapor* de la que hablábamos y que correspondía a la evaporación será la de *todas* sus moléculas. A esa temperatura que se llama "punto de ebullición" el líquido empieza a formar burbujas puesto que vence la presión de la atmósfera y se transforma en un gas. Nótese que el punto de ebullición depende de la presión que tiene que vencer: no es sorprendente entonces que en una montaña muy alta el agua hierva solamente a 20° de temperatura.

EL PLASMA, CUARTO ESTADO DE LA MATERIA

Hasta hace poco, el concepto de plasma era solamente teórico. En efecto, en las enormes presiones que reinan en el interior de las estrellas los átomos mismos se disocian y deben ser sus elementos los que se mueven en un caos parecido al de las moléculas en un gas. Pero para la propulsión de satélites, el disponer de partículas de muy alta velocidad de eyección es fundamental. De ahí la importancia que se atribuye actualmente al estudio de los llamados "plasmas", que podrían bautizarse como gases formados por iones, es decir, gases formados por átomos incompletos. Aunque hay plasmas fríos, los conocidos pasan de los 15 millones de grados de temperatura y son éstos los que interesan.


El cobre es un gas por encima de 2.580° C.


El cobre es líquido entre 1.080° C. y 2.580° C.

Desde luego no es posible encerrarlos en un recipiente de ningún material conocido; por esta razón se crean a su alrededor campos magnéticos que forman como receptáculos en los cuales quedan contenidos los plasmas. Hasta ahora sólo se ha conseguido mantener encerrado a un plasma de alta temperatura durante unos centésimos de segundo.

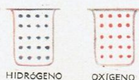
CAMBIOS DE ESTADO

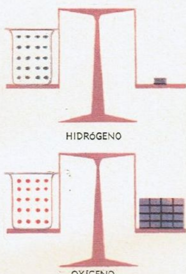
Hemos hablado ya de la evaporación, que depende de la tensión de vapor. Conocemos también la fusión que depende de la disociación de la estructura del sólido. Faltaría hablar de la licuefacción que es la transformación de un gas en un líquido. Este proceso es de gran importancia industrial, y su principio puede explicarse fácilmente en dos líneas: en efecto, si se toma un determinado volumen de gas que como se sabe contiene un número fijo de moléculas con cierta energía y se lo comprime, el número de choques de las moléculas contra las paredes del recipiente aumentará. Entonces subirá la temperatura del gas. Ese gas caliente se deja enfriar, y una vez enfriado se lo dilata bruscamente. En ese momento las moléculas carecen de energía suficiente para mantener el estado de gas y se transforman en un líquido.

ESTUDIO DE LOS CRISTALES

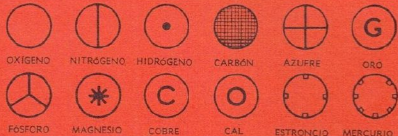
Se sabía muy poco de los cristales hasta que Bragg aplicó un método por el cual hacía pasar rayos X a través de delgadas laminillas y obtenía así unas "sombras" que lo informaban sobre la estructura del cristal. Luego los métodos se perfeccionaron y ahora se consigue conocer la armazón de compuestos biológicos sumamente complicados. La malla de los cristales no es siempre la misma. Diremos solamente que hay cristales que se llaman "electrovalentes" en los cuales los átomos se disponen alternadamente, por ejemplo los átomos de cloro y de sodio que forman los vértices de una malla cúbica en el cloruro de sodio. Hay también cristales "covalentes", que ponen en común sus electrones, y son tales que se los distingue difícilmente de una molécula. Así, un trozo de diamante consiste en una infinidad de átomos de carbono unidos entre sí formando algo así como una enorme molécula. El tercer grupo es el de los cristales "metálicos" que como se sabe pueden quedar al estado de iones, es decir, pueden liberar electrones; y estos electrones libres son los responsables de su conductibilidad. Aunque la teoría de la estructura metálica es un tema sumamente complejo, diremos que un trozo de metal se asemeja a una acumulación de microcristales dentro de los cuales se mueve un verdadero "gas" de electrones libres. Más adelante ampliaremos este tema.

LEY DE AVOGADRO. - Dice así: "Iguales volúmenes de todos los gases, a igual presión y temperatura contienen el mismo número de moléculas".

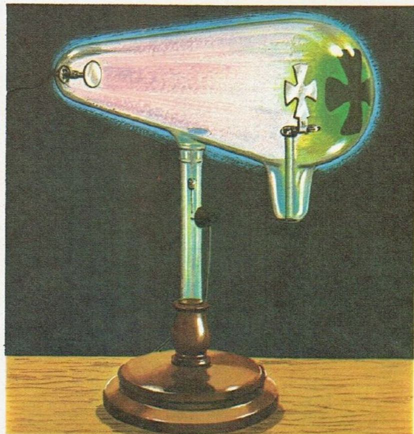




Representación muy esquemática de dos recipientes idénticos que contienen hidrógeno y oxígeno. Cada uno posee el mismo número de partículas de gas. Cuando se los pesa se ve que el gas oxígeno es dieciséis veces más pesado que el gas hidrógeno. Como en cada recipiente hay el mismo número de "partículas", se deduce que la "partícula" de oxígeno pesa dieciséis veces más que la de hidrógeno. Otro experimento muestra que 16 gr. de oxígeno no se combinan con 1 gr. sino con 2 gr. de hidrógeno para producir 18 gr. de agua. Esto significa que cada "partícula" de oxígeno se combina con "dos" "partículas" de hidrógeno. Los volúmenes que reaccionan están en la relación de 2 a 1.



Símbolos asignados por Dalton a los distintos elementos. También representó algunos compuestos en forma simbólica. Ya no se los usa y son inexactos. Dalton también imaginó a los átomos como dotados de pequeñas espinas que les permitían engancharse entre sí.



Tubos de rayos catódicos de William Crookes. El objeto colocado en el trayecto de las partículas recorta una sombra nítida; demuestra que se desplazan en línea recta.



Juan Dalton (1766-1844)



Amadeo Avogadro (1776-1856)



William Crookes (1832-1919)

PANORAMAS CIENTIFÍCOS

EXPLORADORES DEL ÁTOMO

¿De qué estamos hechos? ¿Cuál es la porción más pequeña en que puede ser dividida una sustancia? ¿Y esas porciones, de qué están hechas? Estos problemas se discutieron durante miles de años. El filósofo griego Demócrito (alrededor de 400 años a. C.) había afirmado que la materia se componía de "átomos" invisibles, indestructibles e indivisibles. Pero se trataba de una mera especulación.

Isaac Newton (1642-1727) también creía que todas las sustancias tanto las sólidas como las líquidas o gaseosas se componían de minúsculas partículas, duras e irrompibles.

LAS BASES DE LA TEORÍA ATÓMICA

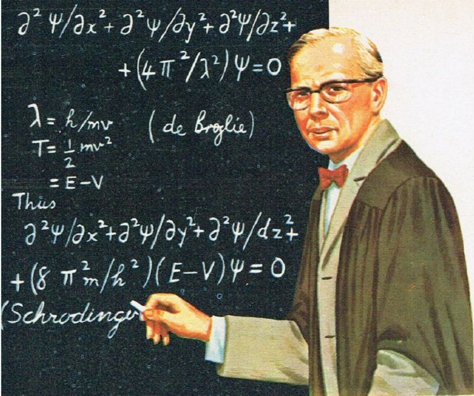
Juan Dalton marca la génesis de la primera teoría atómica moderna: la idea de un átomo específico para cada elemento químico. Dalton (1766-1844) fue el primero que fundó sus teorías sobre los resultados de sus experimentos. En esta época se había llegado a la conclusión de que la materia consistía de varios elementos simples que, al unirse entre sí, formaban sustancias químicas complicadas. Dalton afirmó que cada elemento consistía de muchos átomos idénticos entre sí, pero diferentes de los de los otros elementos; y que todos los átomos eran indivisibles. Dalton comprendió que los átomos de los distintos elementos se combinaban entre sí de modo especial. Los compuestos químicos construidos de este modo siempre contienen los mismos átomos en el mismo orden y proporción. Preparó un "código" en base a símbolos gráficos que utilizaba para representar la fórmula o "receta" por el peso de los diferentes compuestos químicos.

LA LEY DE AVOGADRO

Dalton no sabía cuántos átomos de los distintos elementos formaban un compuesto en particular. La respuesta, empero, no tardaría en llegar. En 1811 Amadeo Avogadro, profesor italiano, estableció su importante "ley": *"Si colocamos varios gases en recipientes del mismo tamaño, a igual presión y temperatura, todos los recipientes contendrán igual número de partículas de gas"*. Esto hace posible, pesando los diferentes gases, comprobar que los átomos de uno tienen peso distinto al de otro. Conocidos los pesos relativos de los átomos individuales de, digamos, el hidrógeno y el oxígeno, es posible afirmar (usando las recetas de Dalton) que dos átomos de hidrógeno se combinan con uno de oxígeno para formar una *molécula* de agua (H_2O), un compuesto. La idea de que los átomos se combinan según proporciones fijas es la base de toda la química moderna.

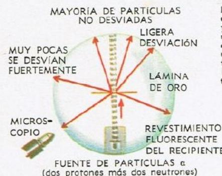
ÁTOMOS Y MOLÉCULAS

La confusión que reinó durante mucho tiempo se debió a que los *átomos*, aun en general los de un elemento simple, se agrupan en *moléculas*. El hidrógeno y el oxígeno forman moléculas de dos átomos cada una; el azufre puede formar moléculas de seis átomos. Las leyes de Dalton se refieren a *átomos*, a combinaciones; la ley de Avogadro se refiere a *moléculas*.



Sólo mediante complicadas ecuaciones matemáticas como éstas puede representarse exactamente el comportamiento real de los átomos.



Ernest Rutherford descubrió que de una corriente de partículas positivas la mayoría pasa sin ser afectada a través de una delgada hoja metálica (2.000 capas de átomos) y sin mayor dificultad. Sólo muy ocasionalmente alguna partícula es fuertemente desviada. Rutherford llegó a la conclusión de que en los átomos casi todo es espacio vacío.

EL CONOCIMIENTO EMPÍRICO ANTIGUO

Antes de pasar a los desarrollos modernos sobre la teoría del átomo mencionaremos brevemente los comienzos. Aristóteles pensaba que toda materia se componía de proporciones variables de cuatro "elementos": tierra, aire, fuego y agua. Esta idea incorrecta pero evidente a los sentidos se aceptó durante miles de años. El concepto moderno de elemento se debe a Roberto Boyle, hombre múltiple, autor de una ley fundamental sobre los gases. Hoy se conocen 103 elementos.

CONCEPTOS REVOLUCIONARIOS

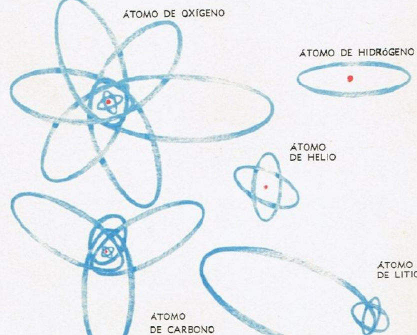
Al concluir el siglo pasado la ciencia física parecía una vasta síntesis a la que no quedaba mucho por añadir: la mecánica, la astronomía y la óptica estaban aparentemente concluidas. Sin embargo, este hermoso edificio se desplomó en pocos lustros para reconstruirse sobre bases enteramente nuevas. A fines del siglo XIX, William Crookes hizo pasar una chispa eléctrica a través de un tubo del cual había hecho el vacío; la electricidad formó un rayo que Crookes llamó "rayo catódico". Pero muchos sabios siguieron afirmando que se trataba de simples ondas. El primer indicio de que un átomo podría estar compuesto de porciones aún más pequeñas y que la electricidad era también corpuscular fue puesto de manifiesto por J. J. Thomson (1856-1940) quien estudió dichos rayos catódicos con el mayor detenimiento. Demostró que se componían de partículas de electricidad de signo negativo que llamó "electrones", y encontró que estos electrones estaban presentes en todos los átomos. Al mismo tiempo advirtió que debía haber otras partículas en el átomo, de signo positivo, puesto que el átomo es neutro, o sea eléctricamente equilibrado.

EL ÁTOMO, SISTEMA COMPLEJO

Gradualmente la imagen del átomo comenzó a delinearse. Se dio un gran paso adelante con los experimentos de Ernest Rutherford (1871-1937), quien hizo pasar una corriente de partículas alfa a través de una delgada hoja metálica. Observó que la mayoría de las partículas casi no era desviada por el metal, salvo algunas que sí lo eran y muy violentamente. Esto le hizo pensar que los átomos de un metal eran en gran parte espacio vacío y por ello las partículas podían atravesarlos con facilidad si el espesor no era demasiado considerable. Del hecho de que algunas partículas fueran evidentemente desviadas dedujo que debía haber algún obstáculo —el núcleo— y que éste debía poseer una carga positiva. Alrededor del núcleo denso, cargado positivamente, estarían los electrones de carga negativa. Se encontró que el diámetro del núcleo era de alrededor de $\frac{1}{10.000}$ del diámetro del átomo. El diámetro del átomo es de alrededor de 0,00000001 cm. Rutherford también supuso que la mayor parte del peso del átomo debía estar concentrada en el núcleo.

EL MODELO DE NIELS BOHR

En 1914 Niels Bohr, de Dinamarca, sugirió que los electrones se mueven alrededor del núcleo en órbitas definitivas y fijas, como planetas de un sistema solar en miniatura. La imagen de Bohr sigue utilizándose porque es muy fácil de exponer. También en 1914 H. G. J. Moseley determinó, mediante los rayos X, el número de cargas eléctricas positivas del núcleo. Este número se llamó *número atómico*. Como los átomos son neutros se deduce inmediatamente que el *número atómico* también representa al número de electrones exteriores (pero los átomos pueden perder algún electrón y convertirse en iones y se prefiere llamar *número atómico* al de los protones



Representación de varios átomos según la teoría de Bohr. Los electrones giran en órbitas definidas alrededor de un núcleo de carga positiva. La representación de Bohr del átomo más simple (el de hidrógeno) conduce a resultados que están de acuerdo con las observaciones experimentales. Las representaciones de otros átomos no dan resultados satisfactorios.

del núcleo). En 1919 Rutherford descubrió que el núcleo poseía protones, cada uno de ellos con una carga eléctrica positiva. En 1932, James Chadwick comprobó que el núcleo contenía otra clase de partícula, del mismo peso que el protón, pero sin carga eléctrica. A ésta se le dio el nombre de *neutrón*.

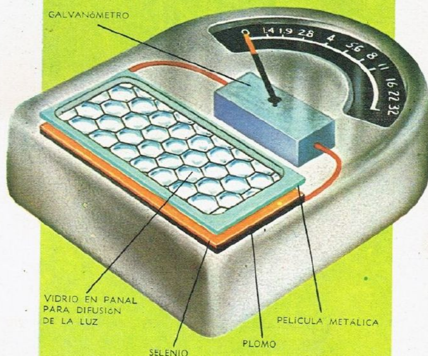
EL ÁTOMO ACTUAL

La suma de todos estos conocimientos nos da la imagen actual del átomo, que es un núcleo alrededor del cual giran los electrones. Prácticamente todo el peso del átomo está concentrado en el núcleo que contiene los protones (en igual cantidad que los electrones) y los neutrones.
La teoría de Bohr y la correspondiente representación del átomo posteriormente resultaron inadecuadas. En su lugar se han propuesto teorías matemáticas muy complicadas (el quantum y la mecánica ondulatoria). Por su brillante trabajo matemático sobre el átomo merecen ser mencionados los nombres de Heisenberg, Schrödinger y Dirac. En un artículo próximo diremos más acerca de ellos.

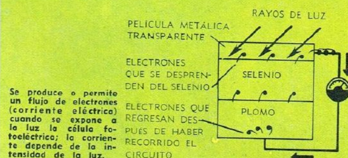
DESINTEGRACIÓN Y TRANSMUTACIÓN

Los átomos difieren, pero se componen de partículas iguales. Becquerel y los esposos Curie descubrieron la desintegración espontánea o "radiactividad". Luego se lograron transmutaciones voluntarias, así como once nuevos elementos, además de los 92 elementos naturales conocidos.

EL FOTÓMETRO



El clásico fotómetro exposímetro consiste esencialmente en una célula fotoeléctrica conectada en un circuito a un galvanómetro.

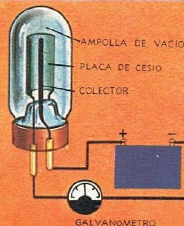


Se produce o permite un flujo de electrones (corriente eléctrica) cuando se expone a la luz la célula fotoeléctrica; la corriente depende de la intensidad de la luz.

El fotómetro es un instrumento que se usa para medir el brillo de un objeto o de una escena. No necesita ser eléctrico: los fotógrafos del siglo pasado usaban papel de bromuro y medían su ennegrecimiento por los rayos ultravioletas; luego se usaron fotómetros ópticos, que se comparaban con una lámpara calibrada; después se introdujeron fotómetros de extinción en los que el último número visible de una serie de opacidad creciente indicaba el brillo. Pero todos los fotómetros actuales son fotoeléctricos.

EL FOTÓMETRO FOTOELÉCTRICO

Es necesario comprender bien que hay dos formas de sensibilidad a la luz. En la de uso más antiguo, el objeto que recibe la luz *produce* una corriente. En la segunda, que tiende a usarse cada vez más, el objeto deja o impide pasar la corriente según la cantidad de luz que recibe. Pero en ambas se habla de efecto fotoeléctrico. El fotómetro que emite luz es una célula *fotovoltaica;* el fotómetro que conduce más o menos según la radiación que recibe es una célula *fotoconductiva.* Lo que se busca en los fotómetros es a veces una curva de sensibilidad a las radiaciones que coincida con la del ojo humano, y con la de la emulsión fotográfica que se emplea.



OJO ELÉCTRICO INDUSTRIAL

El "ojo eléctrico" muy utilizado en la industria, consiste en una célula fotoeléctrica conectada a una batería. Solamente cuando la luz cae sobre la fotocélula circula corriente por el circuito.

EFECTO FOTOVOLTAICO

Se lo conoce desde 1886. Consiste simplemente en que la superficie de un metal emite electrones cuando recibe luz. Esto se refiere a todos los metales, pero son muy pocos los que la emiten con facilidad.
El óxido de cobre y el plomo en contacto y expuestos a la luz producen un flujo de electrones o sea una corriente eléctrica que puede medirse mediante un microamperímetro o galvanómetro, sensible a corrientes eléctricas muy débiles. El aparato se compone de una placa de plomo revestida por una capa de óxido de cobre y el todo se coloca en un circuito. Cuando pasa luz a través de la película transparente los electrones recorren el circuito y el galvanómetro marca la intensidad; se sobreentiende que después vuelven a su destino original. En otras palabras, circula una corriente. Las formas más típicas de células fotovoltaicas actuales son las del silicio con boruro de silicio, que se introdujo en 1932; las de selenio y hierro: y las de cobre y óxido de cobre. La célula fotovoltaica es un *generador;* cubre bien el espectro visible, pero es poco sensible. Es aún la de los aparatos fotográficos simples.

BATERÍAS SOLARES

El principio de las baterías solares es el mismo: se trata de una fotopila compuesta de una plaquita monocristalina de silicio y encima de ellas una capa de boro de algo más de una milésima de milímetro obtenida por difusión gaseosa. Las mejores dan un rendimiento del 14 %, porque una parte grande se pierde por reflexión, o transformación en calor o por electrones que en vez de continuar el circuito se unen de nuevo a los átomos correspondientes. El artefacto es muy caro para ser útil, y sólo puede utilizarse en los dispositivos espaciales. Para el futuro se investigan mucho el galio, el antimonio y el teluro.
Recientemente la UNESCO anunció que en Usbekistán se consiguió una energía de 150 vatios sobre una superficie de un tercio de metro cuadrado.

LA CÉLULA FOTOCONDUCTIVA

La célula fotoconductiva se compone de un material cuya conductibilidad eléctrica aumenta con la radiación: de esta manera, por variación de conductibilidad, mide la intensidad de la luz. Es de 100 a 150 veces más sensible que la célula clásica de selenio. El compuesto más usado es el sulfuro de cadmio, con el que se equipan los aparatos fotográficos modernos.
Las células de sulfuro de cadmio se preparan mediante una delgada película por evaporación en vacío, precipitación química o simplemente presión del polvo; desde el punto de vista industrial tienen algunos defectos como ser cierta inercia para indicar la conducción y también porque transmiten corriente aún en la más absoluta oscuridad. Por eso la industria utiliza a veces la de sulfuro de antimonio que es más instantánea, y cuando necesita medir los rayos infrarrojos, las de sulfuro y las de seleniuro de plomo. No olvidemos con todo que la célula fotoconductiva necesita una fuente de energía: en los aparatos fotográficos es una pila de mercurio Mallory que da 1,3 voltios, dura de dieciocho a veinticuatro meses y tiene el tamaño de un botón chico.

FOTÓMETROS MODERNOS

Hay dos fórmulas principales. En la primera el espejo que se usa para el visor tiene una parte de reflexión para el enfoque y una parte de transmisión que va a la célula de sulfuro de cadmio. En la otra, más perfecta, el fotómetro tiene forma de un anillo en torno al objetivo de manera que se adapta a la presencia de filtros. En los aparatos recientes el fotómetro comanda directamente el diafragma y a veces la velocidad; y es siempre ajustable a la sensibilidad de la película fotográfica utilizada. Existen refinamientos, como fotómetros que exploran los contrastes de claroscuros de los paisajes, y otros que en el visor mismo señalan en rojo la imposibilidad de obtener una buena fotografía. Cuando se utiliza el flash no es posible recurrir al fotómetro, pero el número de guía del flash da automáticamente la abertura del diafragma; el operador regula el flash y la velocidad, y la máquina automáticamente ajusta el diafragma.

FOTÓMETROS PARA LA OSCURIDAD

Actualmente hay emulsiones fotográficas extremadamente sensibles. Con las células de selenio la inercia impedía la medición de la intensidad luminosa; pero en cambio las células fotoconductivas del sulfuro de cadmio permiten estas mediciones.
Es cierto que si se aumenta la superficie de las células de selenio se puede obtener alguna medición; pero inversamente el galvanómetro necesita ser muy liviano para ser sensible, es decir pequeño y reducido, y sería muy difícil reunir ambas cualidades. De aquí que se impongan las células fotoconductivas a base de sulfuro de cadmio.

VENTAJAS DE LAS CÉLULAS FOTOCONDUCTIVAS

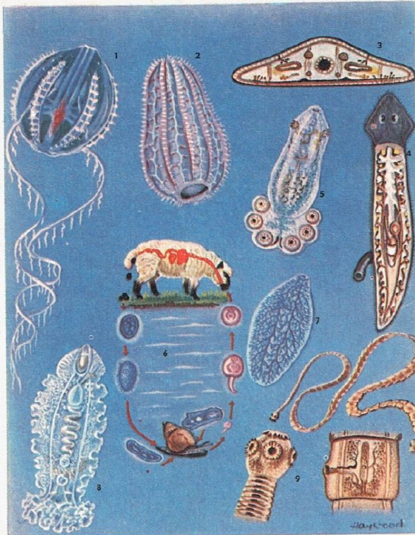
En resumen las ventajas de las células fotoconductivas son las siguientes: sensibilidad centenares de veces superior; intervalo de luminosidad mucho más amplio; vida ilimitada; insensibilidad al aire y a la humedad; posibilidad de graduar su ángulo de enfoque desde los 60° para los paisajes hasta los 3 ó 4° para las tomas telemétricas.

EL OJO ELÉCTRICO

Todos conocemos el llamado "ojo eléctrico" cuyo nombre científico es el de *fototubo*. Un fototubo comprende un cátodo que emite electrones al recibir la luz y un ánodo colector de estos electrones. En el interior de la ampolla reina el vacío, pero puede existir un gas inerte que se ionice y así multiplique el efecto.
Los dos tipos más usados de ojo eléctrico son los de óxido de cesio con plata y los de antimoniuro de cesio. Sus usos son múltiples; son muy comunes los arranques clásicos de escaleras automáticas o de puertas, la detección de incendios, los sistemas para contar coches o transeúntes. Se emplea también en el cinematógrafo sonoro.
No olvidemos tampoco que sirven como fotomultiplicadores, es decir produciendo cataratas de electrones, como se explicó en el artículo titulado: "La era de la electrónica".

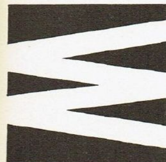
USOS DIVERSOS

Se emplean fotómetros en la colorimetría fotoeléctrica: tres fotómetros, cada uno con un filtro de color diferente, pueden expresar el tono definitivo de una preparación, o de un producto cuya manufactura tiene una limitada tolerancia de matiz. Existen también detectores de rayos infrarrojos: ya hemos hablado de ellos y son a base de teluro de plomo, de seleniuro de plomo y de sulfuro de plomo, según la región de infrarrojo que se desee medir.
En astronomía son indispensables los *fotomultiplicadores* dentro de la frecuencia deseada. Para medir los cambios de color y transparencia bajo el agua existen los *hidrofotómetros*. En meteorología interesa a veces medir las horas de sol directo y no solamente la luminosidad difusa del cielo; para ello se utiliza un sistema de dos células fotoeléctricas, una expuesta al sol y la otra solamente a la luminosidad del día (un aparato especial calcula la diferencia entre ambas).
Por último en la electrónica moderna existen fotodiodos y fototransistores cuya construcción es similar a la de los comunes pero que son sensibles a la luz.



LOS CTENÓFOROS Y LOS PLATELMINTOS

Durante mucho tiempo se consideró que los solitarios ctenóforos eran independientes de los celentéreos, de los que constituyen un **subtipo**. Poseen características propias. Viven en las aguas superficiales y nadan gracias a sus cilias. No poseen nematocistos. Se dividen en dos clases: los *tentaculados*, como la **hormiphora** (1) y los que no poseen tentáculos, como **el beroe** (2).
Son animales **diploblásticos** (con sólo dos capas de células, ectodermo y endodermo). Todos los grupos superiores ya poseen tres capas de células; un **mesodermo** se interpone entre el **ecto** y el **endodermo.** En estos últimos hay por lo general una cavidad independiente del intestino. Puede derivar de la cavidad del embrión (p. ej. la del sistema sanguíneo o **hemoceloma**) o puede ser **celómica,** es decir derivada del propio mesodermo. En la mayoría de los animales están presentes ambos tipos de cavidades, pero hay varias clases que no poseen celoma. Éstos son los animales acelomados, de los cuales los más conocidos son los *platelmintos* o gusanos chatos. Los platelmintos forman un subreino de animales con simetría bilateral, ligeramente achatados y sin cavidad general; el espacio entre la pared del cuerpo y el intestino está lleno de células. Si hay un intestino, posee una sola abertura, la boca. La reproducción es por lo general **hermafrodita** (el mismo animal posee órganos femeninos y masculinos).
En el orden de los *turbelarios* hay formas que viven en libertad, como los **planarios** (3 y 4). Poseen cilias y se los clasifica según la disposición del sistema digestivo. El orden de los *trematodos* abarca únicamente parásitos con intestino bifurcado. Los adultos poseen una gruesa cubierta no celular, la **cutícula,** con ventosas, pero carente de cilias. Ejemplos: **polystomum** (5) y **fasciola** (6, 7). Son a menudo peligrosos parásitos.
Las tenias (orden **de** los *cestodos*) no poseen tubo digestivo y viven como parásitos absolutos en las vías digestivas de otros animales. La cabeza posee ganchos o ventosas y el cuerpo consiste en numerosos segmentos (proglótidos) cada uno de los cuales tiene órganos sexuales. Estos segmentos se separan y salen del cuerpo del huésped. Al ser recogidos por otro huésped prosiguen su ciclo. La mayoría de los cestodos **infectan** a más de un animal durante su vida. Ejemplo: la **tenia** (9). Algunos, sin embargo, viven en el intestino de peces y no producen proglótidos [ejemplo **girocótila** (8)].



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

FÓSILES RESUCITADOS

Sabemos ya que la biología se transforma en bioquímica y ésta en tecnología. Los últimos premios Nobel, atribuidos casi exclusivamente a sabios británicos, se refieren a descubrimientos en este campo: el ácido desoxirribonucleico o ADN, básico para la vida, y el estudio íntimo de la estructura de las moléculas de la hemoglobina.
Ahora se anuncia que los sabios soviéticos han logrado devolver a la vida a grandes cantidades de bacterias de color rojo o amarillo, encerradas desde 300 millones de años en depósitos de cloruro de potasio y de magnesio. Bastó para ello una simple rehidratación. Pero lo importante para las futuras aplicaciones, sobre todo en el campo de los plásticos, es que estas bacterias pudieron resistir enormes presiones y temperaturas gracias a que contenían menos carbono y más silicio que las algas microscópicas modernas. No olvidemos, pues, que el silicio es uno de los elementos básicos de esa "inmortalidad" potencial.

BANDAS PARA COMPUTADORAS

Es conocida la enorme velocidad de las calculadoras que utilizan cintas magnéticas. El problema se ha planteado donde menos se lo esperaba: en efecto, buscar una información sobre un carrete magnético, explorar las cintas con la máxima celeridad y luego detenerse bruscamente, es un problema muy difícil. Se fabrican ahora calculadoras que simplemente suprimen las bobinas. La cinta magnética se conserva en forma de una especie de zigzag en un depósito plano de plexigás y puede entonces desarrollarse a una velocidad superior a los 20 Km. por hora sin ningún peligro de desgarramiento.

LA ELECTRICIDAD DE LAS CENTRALES TERMONUCLEARES

Las cifras que se publican suelen desorientar a los lectores. En Suecia, el 95 % de la electricidad proviene de represas hidráulicas; sin embargo, se anuncia que para 1980 la proporción de energía hidroeléctrica habrá bajado al 65 %, y que teniendo en cuenta el aumento del consumo se calcula que la electricidad de origen atómico habrá aumentado en 450 % (estos datos son de la UNESCO). En EE.UU., en 1970, se dispondrá de 33 millones de kilovatios-hora térmicos, y en 1980 de 180 millones. Se tiene, pues, la impresión de que la electricidad atómica tiene un futuro brillante; pero por otra parte se dice que es cara y que se la instala solamente en los lugares desamparados por la naturaleza, donde las otras formas de electricidad son demasiado caras. Por lo tanto, las cifras parecen cuando menos contradictorias.

I - ENERGÍA DE FISIÓN. — La energía de fisión es la que se obtiene por ruptura de átomos grandes. Es una reacción "sucia"; es decir, que produce residuos radiactivos. De éstos el estroncio 90 y el cesio 137, cuya vida media es de unos 30 años, son los más peligrosos; su acumulación crea problemas serios.
Hay tres materiales fisibles importantes: son el uranio 235, el uranio 233 y el plutonio 239. Sólo del primero, el uranio 235, existen cantidades notables, ya que el uranio 238 forma sólo una 140ava (1/140) parte de él.

Breeding o regeneración. — Este procedimiento permite "quemar" una cantidad de materia fisil muy superior a la riqueza inicial en uranio 235. El **breeding** o regeneración del combustible consiste, como se sabe, en utilizar el excedente de neutrones, superfluo para mantener la reacción en cadena, en la tarea de transformar en materiales fisibles a otras sustancias llamadas "fértiles". Así se transforma el uranio 238 en plutonio 239 y, por otro procedimiento, el torio 232 en uranio 233.

¿Abunda el uranio? — En la corteza terrestre hay 160 billones (millones de millones) de toneladas de uranio y 500 billones de toneladas de torio. Estas cantidades son enormes. Pero desgraciadamente se presentan muy diluidas, a razón de 3 gramos de ambos materiales por tonelada de granito.

¿Es costoso extraer materiales fisibles? — Relativamente no. Una tonelada de granito con sus 3 gr. de material fisionable proporciona unos 75.000 kilovatios-hora, y en cambio la extracción de dicho material activo sólo exige 40 kilovatios-hora por tonelada.

Reservas totales de materiales fisibles. — Si calculamos todo el uranio y torio aprovechables en la corteza terrestre podemos contar con un billón de kilovatios-hora durante mil millones de años. Un billón de kilovatios-hora es 25 veces superior al consumo mundial anual de electricidad en nuestros días.

¿Son ricos los yacimientos actuales? — Los yacimientos que se explotan por su alta proporción de materiales fisibles pueden suministrar 1 billón de kilovatios-hora (es decir, un millón de millones) durante 4 años, lo que equivale al consumo actual de electricidad durante 100 años. Todo ello sin contar con las fuentes clásicas aún en actividad, como las represas hidroeléctricas.

II - ENERGÍA DE FUSIÓN. — La energía por **fusión atómica** es aquella que se obtiene formando átomos pesados mediante otros más livianos, con pérdida de materia que se convierte en energía. El ejemplo clásico es el de la bomba de hidrógeno. La energía de fusión o energía termonuclear tiene la ventaja de ser "limpia", pues sus desechos no son radiactivos. Es cierto que en ella se utiliza tritio, que es radiactivo y cuya vida media es de 12 años; pero el tritio desaparece durante el ciclo.

Materiales. — El deuterio, o hidrógeno de peso 2, es el material más utilizado en las reacciones de fusión. Es muy abundante, puesto que hay un átomo de deuterio por cada 5.000 átomos de hidrógeno común. Y sabemos que el hidrógeno es uno de los elementos más abundantes de la naturaleza.

Costo. — Un kilogramo de deuterio cuesta 300 dólares, suma no despreciable. Pero suministra 22 millones de kilovatios-hora, de modo que su precio es insignificante si se lo compara con la energía que proporciona.
El tritio, o hidrógeno de peso 3, se obtiene del litio Nº 6, que forma el 10 % del peso del litio común Nº 7. El litio representa los 4/100.000 de la corteza terrestre, cantidad muy importante, y existen buenos yacimientos: ahora el 50 % proviene de los Estados Unidos, pero hay minas en Canadá, en Sudáfrica, en Brasil y en Europa.

Reservas de energía. — El litio de la corteza terrestre puede dar 20 cuatrillones (es decir, 20 seguido de 24 ceros) de kilovatios-hora, cantidad prácticamente ilimitada que equivale a 20 billones de veces la energía que puede suministrar el uranio. Si se le suma la del deuterio del mar (algo más de la cuarta parte), se ve que la fusión termonuclear es una fuente de energía prácticamente inagotable.

III - PRECIO. — Aunque por el momento no se puede adelantar nada, porque el costo fijo de las instalaciones es el más importante, no hay duda de que los audaces progresos de la técnica y la posibilidad de instalar centrales en el centro mismo de las ciudades está haciendo que rápidamente el precio de la energía atómica se vuelva competitivo. Esto explica la existencia en construcción o en proyecto, de un número tan elevado de generadores eléctricos a base de energía atómica.



CORREO DE LECTORES

OTRA VEZ π

En una foto de la inauguración del "Palacio del Descubrimiento" de París, observo que las cifras de π son distintas de la tabla que indican ustedes. (J.S.)

Efectivamente, en 1949, una máquina electrónica demostró que los cálculos del inglés Shanks en el siglo XVII eran falsos a partir de la cifra 528. Luego, el Palacio del Descubrimiento las corrigió. Las fotos actuales son correctas.

LA LEPRA DESAPARECE

¿Es cierto que la lepra —antiguamente tan temida— está en vías de desaparición? (M.L.)

Efectivamente, ya no constituye el tremendo flagelo del pasado. Los tratamientos con "sulfonamidas", aunque largos, dan muy buenos resultados. Pero las mutilaciones anteriores son irreparables y en ciertos países los prejuicios son aún muy tenaces.



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA,** a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

EL RENDIMIENTO DE LA GASOLINA

Su artículo del Nº 4 de TECNIRAMA acerca del craqueo era insuficiente. Por otra parte, no me resulta útil en la elección de mi gasolina. (O.B.)

Efectivamente, la refinación del petróleo es un proceso tan complejo que requerirá varias notas. Pero le adelantaremos algunas indicaciones prácticas sobre la gasolina para su automóvil.

Gasolinas con alto índice de octanos. - Se calcula que sólo la cuarta parte de los vehículos necesita gasolina especial y que sin embargo más del 50 % de la que se vende es gasolina de alto índice. En cierto sentido, la evolución se justifica porque el grado de compresión de los cilindros casi se ha duplicado desde 1920: un motor de entonces necesitaba una gasolina de 50 octanos, mientras su equivalente de 1963 puede exigir una de 90 octanos (sin embargo los índices mundiales de ventas indican un promedio entre 99 y 102 octanos).

Debe tenerse en cuenta que la expresión "índice de octanos" es publicitario, porque sugiere potencia y eficacia, y el automovilista ansía generalmente poseer una máquina potente. La manera más económica de evitar el golpeteo, es decir, de aumentar el índice de octanos, es añadir plomo tetraetilo, pero éste produce depósitos en las bujías y a veces ciertos ruidos. Otros inconvenientes como los depósitos en los cilindros se remedian con compuestos de fósforo o de boro y con detergentes.

Las diferencias entre las gasolinas. - Dejando de lado el hecho de que las compañías se venden gasolina entre sí, existen diferencias que el automovilista debe tener en cuenta. No debe olvidar que la explosión en el cilindro es el resultado de la ignición de una mezcla de gases; por lo tanto en una mañana fría el arranque será dificultoso porque no podrá formar dicha mezcla gaseosa. De allí que las compañías ajusten la volatilidad de las gasolinas al clima y a la estación del año. El caso inverso puede ocurrir si el automovilista cruza un desierto cálido: su gasolina volátil, calculada para tiempo frío, se evaporará y el motor recibirá una empobrecida dieta de vapores. Supongamos ahora que el automovilista suba a la montaña. Allí, en las alturas donde la presión del aire es menor, los cilindros recibirán menos oxígeno; entonces una gasolina de alto índice de octanos, o sea de combustión lenta, será contraproducente. Claro está que si el automovilista asciende a la montaña utilizando gasolina pesada para tiempo caluroso su situación será aún mucho más difícil. Si en cambio baja a la llanura utilizando gasolina calculada para el tránsito en montaña, con toda seguridad su motor sufrirá golpeteos. Dicho esto, indiquemos con todo que las gasolinas de alto índice tienen mucho menos azufre, y éste es corrosivo.

Conclusión. Más octanos de los necesarios no hacen nada para usted, excepto costarle más dinero; el índice más bajo que impida el golpeteo de su motor es el índice más alto que un automovilista necesita.

DIMENSIONES DE LA TIERRA

En distintos libros encuentro diferentes medidas del radio de la Tierra. ¿Cuál es la exacta? (J.A.)

Es sabido que la Tierra no es esférica. Está algo aplastada en los polos y aunque se la asimila a un elipsoide de revolución, los satélites han demostrado que su forma es algo más complicada, parecida a la de una pera. A continuación indicamos las principales medidas científicas de su tamaño:

Autor	Años	Radio ecuatorial en metros	Achatamiento
Bouguer, Maupertuis .	1738	6.397,300	1/216,8
Clarke, A. R.	1866	6.398,206	1/295,0
Clarke, A. R.	1880	6.398,249	1/293,5
Hayford (International Ellipsoid)	1910	6.398,388	1/297,0
Heiskanen, W. A. ...	1926	6.398,397	1/297,0
Krassowski, F. N.	1938	6.398,245	1/298,3
Jeffreys, H.	1948	6.398,099	1/297,1
Servicio de cartografía del ejército de los Estados Unidos (Hough)	1956	6.398,260	1/297,0

El radio polar es aproximadamente 21,5 Km. más corto que el ecuatorial. Si el globo midiera 1 metro de diámetro, el aplastamiento sería de sólo 1 ½ mm.

Y PARA CONCLUIR...

LOS ECLIPSES Y LA HISTORIA

Los historiadores ayudan a los astrónomos: les indican cuándo aparecieron nuevas estrellas (las **novae**) y su estudio de los cambios progresivos de los mapas celestes desde Hiparco hasta hoy permitió calcular la traslación del sistema solar en el espacio. Los astrónomos retribuyen la gentileza, por ejemplo cuando determinan fechas históricas coincidentes con eclipses. La tarea es difícil, y ya Halley calculó que los eclipses se adelantaban paulatinamente. Además, aunque existen años con sólo dos eclipses (como 1944), también se puede llegar a siete (1935 y 1982). El astrónomo prefiere un eclipse histórico de sol, visible sólo en franjas geográficas estrechas y mucho más sensacional para los cronistas de la época.

Los antiguos sabían que los eclipses se repetían aproximadamente después de unos 18 años, es decir, cada 223 meses lunares: este período era un "saro". En occidente no hubo verdaderas listas de eclipses hasta 1252, con las Tablas Alfonsinas, de inspiración árabe.

El más célebre es el que permitió fijar la discutida fecha de la muerte del emperador Luis el Bondadoso, en mayo del año 840. Fuera de China, los más antiguos eclipses registrados con exactitud son uno lunar del 21 de abril de 1205 a. C. y otro solar del 10 de noviembre de 1206 a. C. Entre los más famosos se citan: el del **canon epónimo** (Asiria, 762 a. C.), único mencionado en los 155 años de crónicas; el **de Asurbanipal** (Nínive, 660 a. C.); el **de Arquíloco** (647 a. C.); el **de Tales de Mileto,** que seguramente presenció Solón; el **de Píndaro** (462 a. C.) citado en dos de sus poemas y que coincidió con la expedición ateniense de Cimón para socorrer a Esparta; el **de Tucídides** (430 a. C.), año de la peste de Atenas; el **de Alejandro Magno** (331 a. C.), pocos días antes de su victoria sobre Darío; y el **de Hiparco,** del año 128 a. C. En la era cristiana, el **de Flegón,** un año después de la muerte de Jesucristo (Cristo nació 4 años antes de nuestra era); el **de Plutarco** un año después de la caída de Jerusalén; el **de Teón de Alejandría,** poco después de que Constancio restableciera la unidad del Imperio Romano; y el que en 1504 utilizó Colón para intimidar a los indios.

Platón menciona, hace ya 2.400 años, cómo la gente perdía la visión por contemplar sin precauciones los eclipses de sol.

MURCIÉLAGOS Y POLILLAS

Es sabido que los murciélagos emiten ultrasonidos que no podemos percibir: los utilizan como un radar para orientarse en la oscuridad. Pero muchas polillas que son presas de los murciélagos los oyen y escapan a tiempo. El Ministerio de Agricultura del Canadá acaba de colocar, alrededor de ciertos campos de maíz, emisores de ultrasonidos similares a los "chillidos" de los murciélagos, con el objeto de ahuyentar las polillas perjudiciales, y ha comprobado que algunas son totalmente insensibles a estas ondas; por suerte, las que no oyen las pulsaciones electrónicas sólo percibirán a los murciélagos reales cuando sea demasiado tarde como para escapar de ellos.

TELÉFONOS CON TARJETA

Imagínese un fichero de clientes que además del nombre y los datos esenciales incluya, mediante una perforación sencilla en un plástico barato, su número telefónico. Esta tarjeta se introduce en una ranura especial del teléfono, que "disca" entonces automáticamente y luego la expulsa. La empleada puede preparar de antemano las fichas de todos los clientes que necesita llamar. La economía de tiempo y de corriente, multiplicada por millones y millones de llamadas, representa un enorme ahorro nacional de dinero. El sistema se llama **Card-dialer** y ya se utiliza en los Estados Unidos (Bell System y Western Electric)

PRECIOS DE VENTA **(Rigen también para los números atrasados)**

ARGENTINA,	Pesos	30.—
*COLOMBIA,	Pesos	2,50
*COSTA RICA,	Colones	2.—
*CHILE,	Escudos	0,60
*EL SALVADOR,	Colones	1.—
*ESPAÑA,	Pesetas	18.—
*GUATEMALA,	Quetzales	0,30
*HONDURAS,	Lempiras	0,60
*MÉXICO,	Pesos	3,50
*NICARAGUA,	Córdobas	2.—
*PANAMÁ,	Balboas	0,30
PERÚ,	Soles	10.—
*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
URUGUAY,	Pesos	4.—
*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

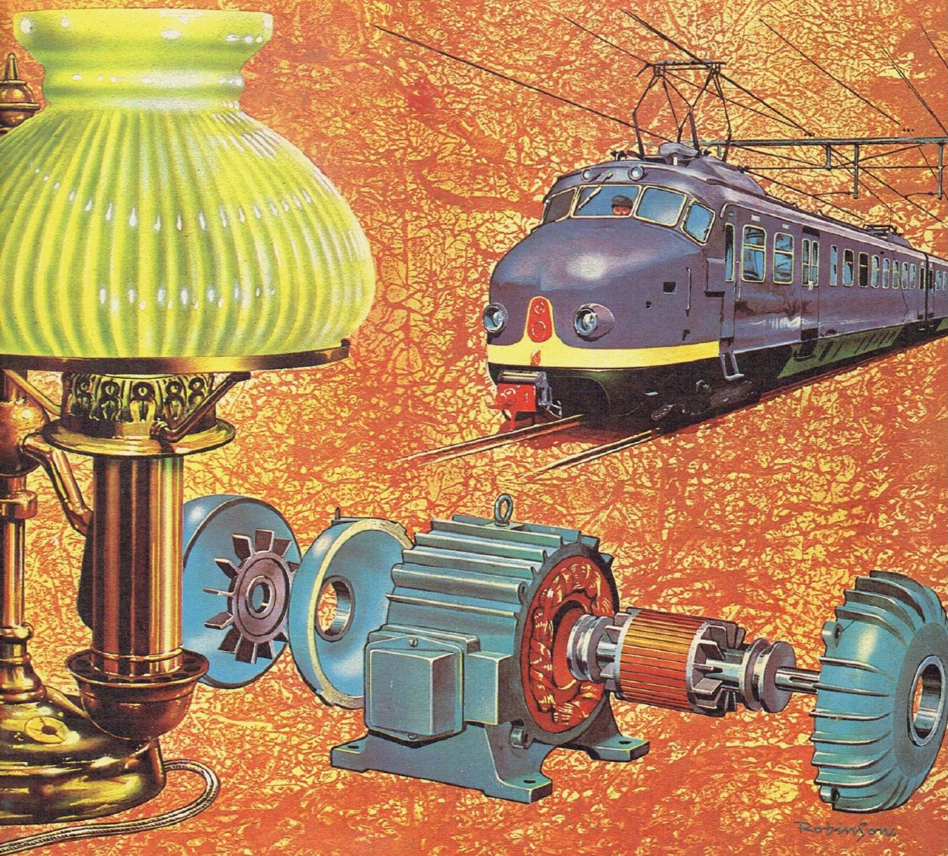
Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 18 de noviembre de 1963

Nº 6

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO
Prof. Alfred B. GARRET (Dep. Química, Univ. Ohio), elementos químicos; Prof. Hans E. SUESS (Univ. de California), elementos químicos; Karl K. TUREKIAN (Prof. geología, Univ. Yale), elementos químicos; C. M. YONGE (Prof. Univ. Glasgow), océanos; Jean FAUVET (Jefe Inst. Roussy), Pasteur; J. BRONOWSKI (Dir. Nat. Coal Board, U. K.), electricidad; G. F. HUMPHREY (Div. oceanografía CSIRO, Australia), océanos; P. AILLERET (Dir. Électricité de Francia), electricidad; G. DELBART (Dir. Inst. Rech. Sidérurgie), soplete; B. B. GOODMAN (Lab. Física metales, Grenoble), soplete; F. JOHANSSEN (Inst. electrometalurgia, Alemania Federal), electricidad; A. LEROY (Dir. Inst. de la Soudure), soplete; J. BOUTELOUP (Prof. Univ. París), olas; C. FRANCIS-BOEUF (Dir. Laboratorio submarino de la Sorbona), olas; F. BITTER (Prof. Inst. Tecnol. Massachusetts), campos magnéticos; Cap. Alton B. MOODY (Servicio hidrografía naval EE. UU.), sextante; Lester E. ABBOTT (técnico Lab. de la Cía. Bell), soplete; Dr. Edward F. HAMMELL (Jefe Lab. cient. los Álamos), campos magnéticos; Dr. Max HERZBERGER (Lab. Kodak), refracción; Dr. Kenneth V. MANNING (Prof. física Univ. Pennsylvania), campos magnéticos; Cyrus FELDMAN (Lab. Oak Ridge), fotometría minerales; Prof. Lewis S. RAMSDELL (Dep. Mineralogía, Univ. Michigan), minerales; Ing. Frank H. ROCKETT (McGraw-Hill Co.), soplete; Dr. Gerard E. CLAUSSEN (Acrods Co. Maryland), soplete.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo al que corresponden.

Publicada en Argentina por
EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



TOMO I
AÑO I
Nº 6

SUMARIO

Distribuidores, Agentes de Suscripciones y Venta de Números Atrasados, ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana S. A., Carrera 7ª nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924. San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S. A., Santo Domingo 1175, Santiago. **EL SALVADOR:** Distribuidora Salvadoreña S. A., Av. España 344, San Salvador. **ESPAÑA:** Central Española de Publicaciones S. A., Balmes 96, Barcelona. **GUATEMALA:** De la Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Srta. Hortensia Tijerino, Salvador Mendieta 111, Tegucigalpa. **MÉXICO:** Distribuidor Dispublex S. A., Dir. responsable Marcial Frigolet, Hamburgo 108, México D. F. **NICARAGUA:** Elías Argeñal (h.). **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S. A., Jirón de la Unión 284, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Compañía Uruguaya de Ediciones S. A., 25 de Mayo 620, Montevideo. **VENEZUELA:** Venezolana de Publicaciones C. A., Princ. a Sta. Capilla 4, Caracas.

Semanario ilustrado publicado por Editorial Codex S. A., Bolívar 578, Buenos Aires, Argentina. Director: Nicolás J. Gibelli.

Reg. de la Prop. Int. Nº 776798.

TEMA DE LA CUBIERTA:
USOS DE LA ELECTRICIDAD. Lámpara de queroseno convertida en lámpara eléctrica; partes de un motor eléctrico; ferrocarril eléctrico holandés de 4 vagones.

Correo Apartado Central B	TARIFA REDUCIDA
	Nº 7271



NOTICIAS DE HOY

Papel contra falsificadores. La "Howard Paper Mill" prepara ya un papel especial para cheques y otros documentos. Su aspecto es el común, pero al ser tratado con un decolorante (como los "borratintas") se vuelve de color acentuadamente castaño y su alteración se hace evidente.

TV y epilepsia. Se informa que en Gran Bretaña abundan los ataques epilépticos inducidos por la TV en niños predispuestos, mientras que en los EE. UU. sucede lo contrario. Esto puede deberse a que la frecuencia de las imágenes y el número de líneas individuales es mayor en los EE. UU. El estar cerca del aparato estimula más las fibras receptoras de la retina y son precisamente los bordes laterales de ésta los más sensibles a los parpadeos y temblores. El cerrar los ojos sólo puede empeorar las cosas.

Frigoplaca. Al hablar de pares termoeléctricos hemos explicado que cuando se calienta la unión de dos metales diferentes se genera una débil corriente eléctrica. El fenómeno inverso también existe: una corriente eléctrica calienta o enfría la unión, según su sentido. Este "efecto Peltier" se conoce desde hace un siglo y medio, pero carecía de importancia porque los cambios de temperatura eran mínimos. Ahora, con la introducción del telururo de bismuto, se construyen en el Mercado Común Europeo unos "calentadores que enfrían" a base de esos **frigatrones.** Sirven para el trabajo corriente de laboratorio: se los enchufa y en pocos minutos se obtiene un descenso de 50° bajo la temperatura normal.

Radioautografía. Se han alimentado células con compuestos radiactivos, y, al colocarlas luego sobre emulsiones fotográficas, se puede seguir su ciclo vital con todo detalle. Una nota próxima explicará en todas sus fases el procedimiento seguido.

Telstar y cosmonautas. El programa norteamericano de satélites de intercomunicación sufrirá un retardo importante; se calcula que hasta 1973 no se podrán tener retransmisiones seguras que duren todo el día. Por otra parte no se prevén lanzamientos de cosmonautas hasta 1965: la atención se concentra en descensos en la Luna y en Marte, y se considera que los aparatos automáticos serán más eficaces que los seres humanos. A pesar de las críticas a la lentitud de los proyectos, que a veces recibieron el sobrenombre de "Cleopatra" por la demora de la película, la verdad es que su costo es realmente astronómico.

Microbios resistentes. La descendencia de un microbio es enorme. La posibilidad de que nazca algún descendiente que pueda resistir a las drogas terapéuticas se amplía en proporción. Las llamadas "infecciones de hospital" son serias porque los microbios que aún sobreviven allí, a pesar de los antibióticos dispersos en el ambiente, pertenecen a las cepas más resistentes; en el caso particular de la tuberculosis, miles y miles de casos nuevos se señalan cada año, y existen grandes cantidades de pacientes para los cuales la posibilidad de cura con las drogas actuales ha quedado aparentemente anulada. Se entiende que las bacterias resistentes pueden transmitirse de una a otra persona, diseminando un tipo aún más grave de tuberculosis.

Meteorología. En Berlín se utilizan globos-sonda situados a 35 kilómetros de altitud, conectados a una calculadora electrónica. El tiempo se predice en tres minutos.

NOTICIAS DE MAÑANA

Pozos superprofundos. Son cinco, forman parte del programa soviético de exploración de la corteza terrestre, y alcanzarán unos 20 kilómetros. El primero pasó ya de los 4 kilómetros. El pozo actual más profundo es de petróleo y está en Texas: 7.600 metros.

Bombas atómicas pacíficas. Una bomba atómica es "sucia" cuando libera muchos residuos radiactivos peligrosos. Esta "suciedad" es el mayor obstáculo a su aprovechamiento con fines pacíficos, por ejemplo para abrir grandes canales. Las bombas de "fusión", como la de hidrógeno, son mucho más "limpias" que las de "fisión", como la de uranio. Se ensayan actualmente explosivos atómicos subterráneos para los que la contaminación del suelo sería aún 100 veces menor que en la bomba de hidrógeno; si las pruebas tuvieran buen éxito podrían inaugurar una era de obras colosales.

LAS FAMILIAS DE ELEMENTOS

Los ELEMENTOS químicos comparables a las "letras" que forman la infinidad de "palabras" que son las sustancias, se agrupan en familias de propiedades semejantes. Claro está que siempre, dentro de una determinada familia, ciertos detalles de apariencia o comportamiento permiten reconocer a un ELEMENTO dado. Los 92 ELEMENTOS naturales conocidos se agrupan en ocho familias de propiedades bien ordenadas, graduales y previsibles, más tres grupos algo aberrantes (aunque la física superior explica estas diferencias). En síntesis tenemos ocho familias "consanguíneas" y tres grupos "afines".

QUÍMICAMENTE SÓLO IMPORTAN LOS ELECTRONES EXTERIORES

En cada familia de ELEMENTOS hay átomos de diferente tamaño y peso. Pero con independencia de sus particularidades, todos esos átomos emparentados reaccionan análogamente y se los agrupa por su manera definida de establecer conexiones con los demás átomos. *La característica común de los* ELEMENTOS *de una familia es que todos sus átomos tienen el* MISMO NÚMERO DE ELECTRONES EN SU ÓRBITA PERIFÉRICA (obsérvese el anillo exterior de cada diagrama).

Esta necesidad de unirse a otros átomos para completar la propia capa exterior de electrones nos parece evidente. Pero, naturalmente, no podría serlo *antes* de que se conociera la estructura del átomo. Sin embargo, las analogías químicas entre los ELEMENTOS eran tan manifiestas que ya en el siglo pasado el ruso Mendeliev y el alemán Lothar Meyer construyeron independientemente un cuadro de

Primera familia de elementos, cada uno con una capa exterior COMPLETA con 8 electrones.

Los signos — (electrones) en las diferentes capas de un átomo suman tanto como los signos + del núcleo (ejemplo: Argón = 18).

LOS GASES INERTES

ORBITAS ELECTRONICAS DEL HELIO
órbita A = 2 electrones

HELIO: elemento Nº 2; posee 2 protones

ORBITAS ELECTRONICAS DEL NEÓN
órbita A = 2 electrones
órbita B = 8 electrones
Total 10 electrones

NEÓN: elemento Nº 10; posee 10 protones

ÓRBITAS ELECTRÓNICAS DEL ARGÓN
órbita A = 2 elec.
órbita B = 8 elec.
órbita C = 8 elec.
Total 18 elec.

ARGÓN: elemento Nº 18; 18 protones

CRIPTÓN
A = 2
B = 8
C = 18
D = 8
36

CRIPTÓN: elemento Nº 36; 36 protones

XENÓN
A = 2
B = 8
C = 18
D = 18
E = 8
54

XENÓN: elemento Nº 54; 54 protones

RADÓN
A = 2
B = 8
C = 18
D = 32
E = 18
F = 8
86

RADÓN: elemento Nº 86; 86 protones

Segunda familia de elementos, cada uno con solamente UN electrón en la capa exterior.

HIDRÓGENO

HIDRÓGENO: elemento Nº 1; 1 protón

LITIO
A = 2
B = 1
3

LITIO: elemento Nº 3; 3 protones

SODIO
A = 2
B = 8
C = 1
11

SODIO: elemento Nº 11; 11 protones

POTASIO
A = 2
B = 8
C = 8
D = 1
19

POTASIO: elemento Nº 19; 19 protones

COBRE
A = 2
B = 8
C = 18
D = 1
29

COBRE: elemento Nº 29; 29 protones

RUBIDIO
A = 2
B = 8
C = 18
D = 8
E = 1
37

RUBIDIO: elemento Nº 37; 37 protones

PLATA
A = 2
B = 8
C = 18
D = 18
E = 1
47

PLATA: elemento Nº 47; 47 protones

CESIO
A = 2
B = 8
C = 18
D = 18
E = 8
F = 1
55

CESIO: elemento Nº 55; 55 protones

ORO
A = 2
B = 8
C = 18
D = 32
E = 18
F = 1
79

ORO: Nº 79; 79 protones

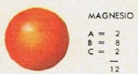
FRANCIO
2
8
18
32
18
8
1
87

FRANCIO: elemento Nº 87; 87 protones

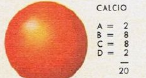
Tercera familia de elementos, cada uno con DOS electrones en su capa exterior.



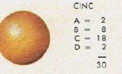
BERILIO: elemento N° 4; 4 protones



MAGNESIO: elemento N° 12; 12 protones



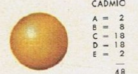
CALCIO: elemento N° 20; 20 protones



CINC: elemento N° 30; 30 protones



ESTRONCIO: elemento N° 38; 38 protones



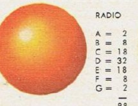
CADMIO:
elemento N° 48; 48 protones



BARIO:
elemento N° 56; 56 protones



MERCURIO:
elemento N° 80;
80 protones



RADIO: elemento N° 88; 88 protones

Cuarta familia de elementos, cada uno con TRES electrones en la capa exterior.



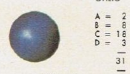
BORO: elemento N° 5; 5 protones



ALUMINIO: elemento N° 13; 13 protones



ESCANDIO: elemento N° 21; 21 protones



GALIO: elemento N° 31; 31 protones



ITRIO: elemento N° 39; 39 protones

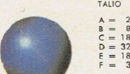


INDIO: elemento N° 49, 49 protones



Para los elementos N° 57 a 72 o "TIERRAS RARAS", ver página 105.

LANTANO: elemento N° 57; 57 protones



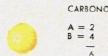
TALIO:
elemento N° 81; 81 protones



Para los elementos N° 89 a 92 o ACTINIDOS ver página 105.

ACTINIO: 89 protones elemento N° 89;

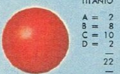
Quinta familia de elementos, cada una con CUATRO electrones en la capa exterior.



CARBONO: elemento N° 6; 6 protones

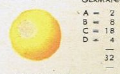


SILICIO: elemento N° 14; 14 protones

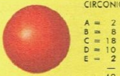


Los ELEMENTOS N° 21 al 28 (sobre este fondo azul) no siguen la norma habitual y añaden los nuevos electrones a una capa interior en vez de hacerlo en la exterior, como puede verse. No son "consanguineos", si no simples "afines de sus familias".

TITANIO: elemento N° 22; 22 protones



GERMANIO: elemento N° 32; 32 protones



Los ELEMENTOS N° 39 al 46 (sobre este fondo amarillo) no siguen la norma habitual y añaden los nuevos electrones en una capa interior en vez de hacerlo en la exterior, como puede verse. No son "consanguíneos" sino simples "afines" de sus familias.

CIRCONIO: elemento N° 40; 40 protones



ESTAÑO: elemento N° 50; 50 protones



Los ELEMENTOS N° 57 al 71 añaden cada uno un electrón en la capa D; así cada uno posee 2 electrones en la capa exterior F. Los ELEMENTOS N° 72 al 76 añaden un electrón en la capa E y tienen también dos electrones en la órbita exterior F. Los ELEMENTOS N° 77 y 78 tienen 17 electrones en la capa E, y en la capa exterior F ninguno y uno respectivamente.

HAFNIO: elemento N° 72; 72 protones



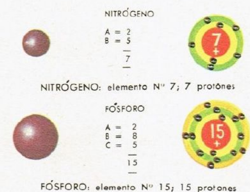
PLOMO: elemento N° 82; 82 protones

los ELEMENTOS, agrupados de acuerdo con sus propiedades químicas. En dicho cuadro resaltaban claramente, en forma de huecos, los ELEMENTOS *que faltaba descubrir*, y que los químicos aislaron ulteriormente (algunos, como el helio, fueron revelados por los astrónomos antes de que los hombres de ciencia pudieran separarlos).

Sexta familia de elementos, cada uno con CINCO electrones en su capa exterior.

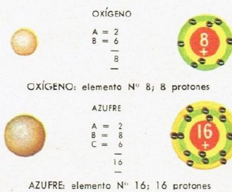
Séptima familia de elementos, cada uno con SEIS electrones en su capa exterior.

Octava familia de elementos, cada uno con SIETE electrones en su capa exterior.



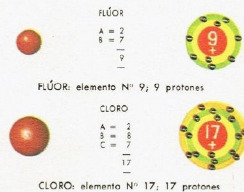
NITRÓGENO: elemento Nº 7; 7 protones

FÓSFORO: elemento Nº 15; 15 protones



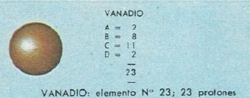
OXÍGENO: elemento Nº 8; 8 protones

AZUFRE: elemento Nº 16; 16 protones

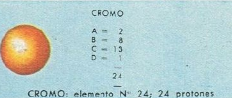


FLÚOR: elemento Nº 9; 9 protones

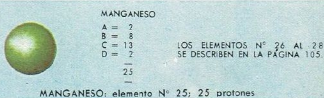
CLORO: elemento Nº 17; 17 protones



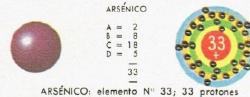
VANADIO: elemento Nº 23; 23 protones



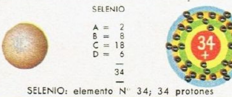
CROMO: elemento Nº 24; 24 protones



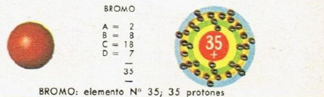
MANGANESO: elemento Nº 25; 25 protones



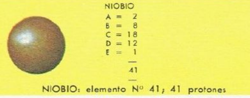
ARSÉNICO: elemento Nº 33; 33 protones



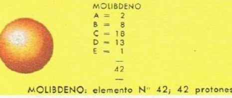
SELENIO: elemento Nº 34; 34 protones



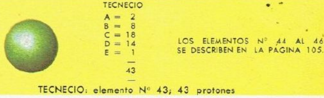
BROMO: elemento Nº 35; 35 protones



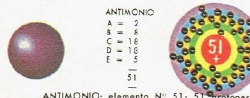
NIOBIO: elemento Nº 41; 41 protones



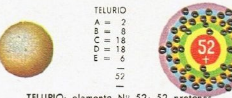
MOLIBDENO: elemento Nº 42; 42 protones



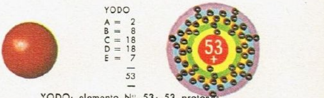
TECNECIO: elemento Nº 43; 43 protones



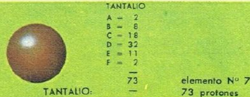
ANTIMONIO: elemento Nº 51; 51 protones



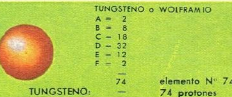
TELURIO: elemento Nº 52; 52 protones



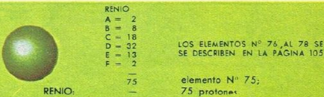
YODO: elemento Nº 53; 53 protones



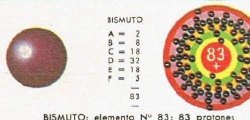
TANTALIO: elemento Nº 73; 73 protones



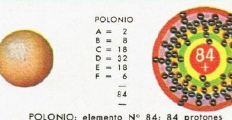
TUNGSTENO: elemento Nº 74; 74 protones



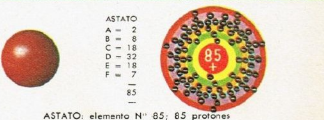
RENIO: elemento Nº 75; 75 protones



BISMUTO: elemento Nº 83; 83 protones



POLONIO: elemento Nº 84; 84 protones



ASTATO: elemento Nº 85; 85 protones

NUESTRO CUADRO

Ocupa por fuerza varias páginas; llamaremos "filas" las líneas horizontales, y "columnas" las líneas verticales.
Cada columna vertical reúne átomos con igual disposición de los electrones exteriores, es decir, con las mismas propiedades de afinidad química. Diremos que *una columna es una familia química.* El criterio para formar las columnas o familias es el número de electrones periféricos. Las cantidades de electrones son:

8 1 2 3 4 5 6 7

Por otra parte, sabemos que el núcleo es el elemento principal del *peso* del átomo y comprende *protones* positivos (equilibrados por otros tantos electrones que giran fuera del núcleo) y *neutrones* sin carga. *De todos estos elementos* (que no sean los

electrones de la órbita exterior) *dependen las propiedades físicas de los* ELEMENTOS.
En nuestro cuadro las *filas* horizontales ordenan los ELEMENTOS por su número atómico creciente. Recordemos que el número atómico es el número de protones del núcleo, equilibrado normalmente por otros tantos electrones que giran en sus respectivas órbitas.
En síntesis, para examinar esta tabla de ELEMENTOS sugerimos lo siguiente: leyendo horizontalmente el cuadro completo de izquierda a derecha aparecerán ordenados según su *número atómico,* que es el número de protones de su núcleo, y que corresponde, sin proporción estricta, a su peso atómico. Leyendo las columnas de arriba hacia abajo, se hallarán las "familias" de los que tienen igual número de electrones en la órbita *exterior.* Las excepciones figuran en franjas de color.
Los ELEMENTOS naturales se numeran según la cantidad de protones de su núcleo, desde el hidrógeno con un protón, seguido por el helio con dos protones, hasta el uranio con 92.
Podría decirse que el secreto de las relaciones entre los ELEMENTOS es que los electrones están dispuestos en capas como las cajas chinas, una dentro de otra, siguiendo una serie de reglas. Cada capa es una ÓRBITA O NIVEL DE ENERGÍA. En cada ELEMENTO del cuadro se indican los niveles completos que les corresponden. Cuando los electrones bajan a niveles *más próximos* al núcleo, *emiten* radiaciones; cuando *absorben* dichas radiaciones, pasan a niveles *más alejados.* Éste es un fenómeno físico de inmensa importancia.
Los electrones de la órbita exterior deciden a qué familia pertenece el ELEMENTO. En la columna (verde y oro) que va del hidrógeno al francio, todos tienen UN electrón exterior. Otras familias tienen DOS (del berilio al radio); TRES (del boro al actinio), etc.
La primera familia, de la primera columna, tiene completa la cantidad de electrones correspondientes a la órbita exterior, es decir, ocho electrones.

LA QUÍMICA VISTA DESDE EL ELECTRÓN

Recuérdese que lo que decide si un ELEMENTO se combina o no, y con cuál otro lo hace, es la tendencia de las órbitas a completar su cantidad *óptima* de electrones. Una vez asociados los átomos, deben quedar con todas las órbitas completas para que la molécula resultante sea estable. Esta tendencia es la clave de toda la química y se denomina *valencia.* Se hablará de ella en un próximo artículo y veremos que hay dos tipos principales de valencias. Lo que ocurre en las órbitas interiores no tiene importancia en química elemental, ya que son los electrones exteriores (de valencia) los que regulan la "capacidad de combinación". En artículos posteriores de química inorgánica se verá que, en general, cada familia de ELEMENTOS proporciona también compuestos relacionados entre sí.
Hay tres extrañas distorsiones del orden regular, que afectan a varias familias, como lo indican las franjas de color azul, amarillo y verde. Los ELEMENTOS de estas franjas son PARIENTES muy alejados y, en rigor, no pertenecen a las respectivas familias. Esta aparente anormalidad es también explicable.
Ciertas distorsiones reúnen a cuatro grupos de ELEMENTOS en subtipos que, por lo general, se clasifican separadamente:
Las *tierras raras*: del 57 al 72.
Los *tres tríos de metales*: 26, 27, 28; 44, 45, 46; y 76, 77, 78.
La serie de los *actínidos*: del 89 al 92.
La serie *transuránica,* elementos artificiales de número superior al 92 y que llega ya al 103.
Los de número superior al 83 son todos radiactivos.
NOTA: En los libros de física o química superior las órbitas electrónicas se denominan K, L, M, N, etc. Las razones de esto son en gran parte históricas. Se detallarán más adelante.

ISÓTOPOS

Un ELEMENTO es una sustancia compuesta por átomos que tienen el mismo número atómico. Pero esto no significa que todos esos átomos tengan el mismo peso: el número depende de la cantidad de protones, mientras que en el peso influyen también los neutrones. Los átomos de número idéntico, pero de diferente peso, se llaman *isótopos.* El oxígeno, por ejemplo, se compone de átomos de peso atómico 16, 17 y 18. El hidrógeno, cuyo peso promedio es 1,008, se compone de los isótopos 1, 2 y 3; el carbono, de los 11, 12, 13 y 14. El carbono 14, radiactivo, adquirió desde hace unos años una enorme importancia científica.
Todos los ELEMENTOS tienen *isótopos,* aunque en ciertos casos sólo se conocen isótopos artificiales. Así el flúor existe en la naturaleza como flúor 19, pero se ha podido preparar el isótopo sintético radiactivo flúor 18. Muchos isótopos son inestables, o sea radiactivos, y entonces se desintegran para formar átomos estables del mismo ELEMENTO o de algún otro.
Las diferencias químicas entre un ELEMENTO y sus ISÓTOPOS son imperceptibles.

ESTADO NATURAL

De los 103 ELEMENTOS conocidos algunos nos son familiares como el oxígeno, el cobre y el oro. Aproximadamente el 75 % de ellos son metales. La mayoría es sólida a las temperaturas habituales: dos, el mercurio y el bromo, son líquidos; y todos los demás son gases. Recuérdese que un ELEMENTO se considera *metálico* cuando sus átomos pueden perder electrones al estar en solución, y forman así iones positivos; y que, recíprocamente, un elemento es *no metálico* cuando forma iones negativos en las soluciones.

ORIGEN Y USOS

Se supone que los elementos químicos resultan de la síntesis, por un proceso de fusión, a muy elevadas temperaturas (más de 100 millones de grados), de partículas nucleares simples, protones y neutrones que primero formaron núcleos no muy pesados como los del helio, y de allí derivaron hacia otros más complejos. En líneas generales, cuanto más complicado es un átomo más escaso es en el Universo.
La energía del Sol y de las estrellas proviene principalmente de la fusión de núcleos de hidrógeno y de electrones para formar núcleos de helio.
Los ELEMENTOS son las materias primas de la gran industria química actual. Muchos, no metálicos, como el cloro, el bromo, el hidrógeno, el azufre y el nitrógeno, son absolutamente imprescindibles.
Haciendo abstracción de las tierras raras, existen metales que no tienen actualmente ningún uso práctico. Entre los radiactivos están el actinio, el berkelio, el californio, el curio, el francio, el neptunio y el protactinio. Entre los no radiactivos, el rubidio y el rutenio.
El primer ELEMENTO natural que logró ser producido por el hombre es el tecnecio.

ELEMENTOS EN EL COSMOS

En *astronomía general* la aplicación de las técnicas más avanzadas da como resultado que más del 95 % del Universo (en peso, no en número de átomos) es hidrógeno y helio. Cuando mayor es la masa de un elemento, menos abunda.
Para el *Sol* y las *estrellas,* los resultados son semejantes; interesan porque confirman a los anteriores a pesar de aplicarse técnicas bastante distintas.
Los *meteoritos* interesan a los científicos porque sugieren cómo debe estar compuesto el interior de la Tierra (se cree que provienen de un planeta dislocado en fragmentos). Son de tres clases: por cada cien meteoritos formados por silicatos, hay diez metálicos y uno a base de sulfuros. Todos, sin excepción, contienen hierro. En los de silicatos hay además oxígeno, magnesio y silicio; los metálicos se componen casi exclusivamente de hierro, níquel y cobalto, y los de sulfuros, de hierro y azufre.

Hasta ahora hemos hablado de ELEMENTOS PROMEDIO; pero, ¿qué decir de los isótopos? La abundancia de los isótopos de cada ELEMENTO es similar en todo el Universo, con la única excepción de los casos en que la cantidad de isótopos radiactivos, que se desintegran con el tiempo, es menor, porque la roca considerada es más antigua. Hay una regla empírica muy importante que se llama *regla de Harking* y establece que los isótopos de masa impar son mucho menos abundantes que sus vecinos de masa par. La abundancia de núcleos atómicos de cada ELEMENTO en el Universo está en correlación muy clara con ciertas propiedades nucleares, y corresponde, con muy buena aproximación, a las teorías sobre los fenómenos termonucleares que dieron origen a los ELEMENTOS del cosmos. Por esta razón la abundancia de cada ELEMENTO del Universo es tan importante para apreciar el valor de las consideraciones teóricas acerca del origen del mundo.

CONT. DE LA SERIE Nº 21 AL 28

Nº 26 HIERRO — Nº 27 COBALTO — Nº 28 NIQUEL



26 protones — 27 protones — 28 protones

Nº 26 HIERRO	Nº 27 COBALTO	Nº 28 NIQUEL
A = 2	A = 2	A = 2
B = 8	B = 8	B = 8
C = 14	C = 15	C = 16
D = 2	D = 2	D = 2
26	27	28

CONT. DE LA SERIE Nº 39 AL 46

Nº 44 RUTENIO — Nº 45 RODIO — Nº 46 PALADIO



44 protones — 45 protones — 46 protones

Nº 44 RUTENIO	Nº 45 RODIO	Nº 46 PALADIO
A = 2	A = 2	A = 2
B = 8	B = 8	B = 8
C = 18	C = 18	C = 18
D = 15	D = 16	D = 18
E = 1	E = 1	
44	45	46

CONT. DE LA SERIE N 57 AL 78

Nº 76 OSMIO — Nº 77 IRIDIO — Nº 78 PLATINO



76 protones — 77 protones — 78 protones

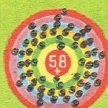
Nº 76 OSMIO	Nº 77 IRIDIO	Nº 78 PLATINO
A = 2	A = 2	A = 2
B = 8	B = 8	B = 8
C = 18	C = 18	C = 18
D = 32	D = 32	D = 32
E = 14	E = 17	E = 17
F = 2		F = 1
76	77	78

LAS TIERRAS RARAS

Cambia la órbita electrónica D



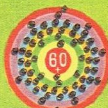
Nº 57 LANTANO
ÓRBITAS ELECTRÓNICAS:
A = 2; B = 8; C = 18;
D = 18; E = 9; F = 2.
Total 57.



Nº 58 CERIO
A = 2; B = 8; C = 18;
D = 20; E = 8; F = 2.
Total 58.



Nº 59 PRASEODIMIO
A = 2; B = 8; C = 18;
D = 21; E = 8; F = 2.
Total 59.



Nº 60 NEODIMIO
A = 2; B = 8; C = 18;
D = 21; E = 8; F = 2.
Total 60.



Nº 61 PROMETIO
A = 2; B = 8; C = 18;
D = 25, E = 8; F = 2.
Total 61.



Nº 62 SAMARIO
A = 2; B = 8, C = 18;
D = 24; E = 8; F = 2.
Total 62.



Nº 63 EUROPIO
A = 2; B = 8; C = 18;
D = 25; E = 8; F = 2.
Total 63.



Nº 64 GADOLINIO
A = 2; B = 8; C = 18;
D = 25; E = 9; F = 2.
Total 64.



Nº 65 TERBIO
A = 2; B = 8; C = 18;
D = 27; E = 8; F = 2.
Total 65.



Nº 66 DISPROSIO
A = 2; B = 9; C = 18;
D = 28; E = 8; F = 2.
Total 66.



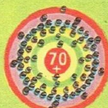
Nº 67 HOMIO
A = 2; B = 8; C = 18;
D = 29; E = 8; F = 2.
Total 67.



Nº 68 ERBIO
A = 2; B = 8; C = 18;
D = 30; E = 8; F = 2.
Total 68.



Nº 69 TULIO
A = 2; B = 8; C = 18;
D = 31; E = 8; F = 2.
Total 69.



Nº 70 YTERBIO
A = 2; B = 8; C = 18;
D = 32; E = 8; F = 2.
Total 70.



Nº 71 LUTECIO
A = 2; B = 8; C = 18;
D = 32; E = 9; F = 2.
Total 71.



Nº 72 HAFNIO
A = 2; B = 8; C = 18;
D = 32; **E = 10**; F = 2.
Total 72.

LA SERIE DE LOS ACTÍNIDOS



Nº 89 ACTINIO
A = 2; B = 8; C = 18;
D = 32; E = 18; **F = 9**;
G = 2.
Total 89



Nº 90 TORIO
A = 2; B = 8; C = 18;
D = 32; E = 18; **F = 10**;
G = 2.
Total 90.



Nº 91 PROTOACTINIO
A = 2; B = 8; C = 18;
D = 32; **E = 20**; F = 9;
G = 2.
Total 91.



Nº 92 URANIO
A = 2; B = 8; C = 18;
D = 32; **E = 21**; F = 9;
G = 2.
Total 92.

LOS ELEMENTOS ARTIFICIALES

Los elementos cuyo número es superior al 92 no se encuentran en la naturaleza. Los científicos los preparan artificialmente. En notas futuras de física nuclear describiremos sus métodos.

CAMPOS MAGNÉTICOS

La figura superior izquierda muestra cómo se pone en evidencia la zona de atracción o *campo magnético* que rodea a un imán. Las demás figuras materializan otros casos particulares. Ya sabemos que los polos de los imanes se presentan siempre en pares, es decir, que no pueden aislarse; en cambio, se pueden obtener cargas eléctricas positivas o negativas sueltas.

IMANES Y CORRIENTES

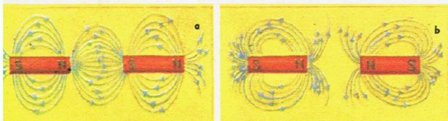
Toda la electricidad moderna se basa en la íntima relación entre el magnetismo y la electricidad. En 1820, Hans Oersted descubrió que cuando una corriente eléctrica pasa cerca de una brújula (que es un imán capaz de girar libremente) no la atrae ni la rechaza: pero la brújula se coloca perpendicularmente al conductor.

Ahora bien, una corriente no es más que un movimiento de electrones, y dentro del átomo los electrones se mueven. Cada órbita electrónica produce su campo magnético, pero estos campos *no se suman si no se los ordena*. En ciertas sustancias (p. ej. el hierro dulce) las órbitas de los electrones pueden *bascular* y forman imanes temporarios, como los que se usan en los timbres eléctricos. En otras sustancias (el acero) las órbitas electrónicas conservan la orientación que se les dio y forman imanes permanentes, como en el caso de las brújulas.

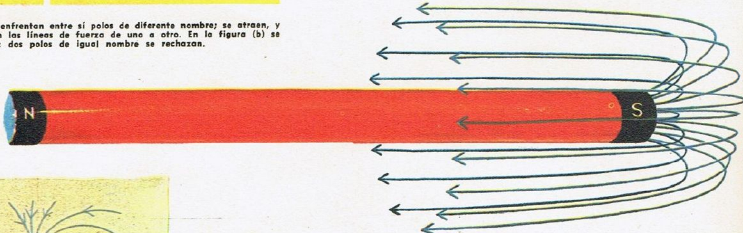
USOS Y PROGRESOS

El radar, la radiotelefonía, los rayos X, etc., son ondas electromagnéticas. Es también un campo magnético el que desvía el haz de electrones en la televisión o en el microscopio electrónico. Se han descubierto nuevas formas de magnetismo y, por otro lado, *es urgente* llegar a preparar campos magnéticos bastante intensos como para servir de recipientes a los "plasmas" de partículas eléctricas a temperaturas de millones de grados, a fin de controlar las reacciones termonucleares como las de la bomba de hidrógeno. Hay otros empleos igualmente útiles aunque más modestos: por ejemplo, es un electroimán el que extrae las partículas de hierro del cacao molido, en la fabricación del chocolate; y son también electroimanes los que se usan en las grúas para levantar vigas de hierro. Últimamente se han fabricado excelentes imanes permanentes aglomerando granos, ya *alargados*, de hierro-cobalto, obtenidos por electrólisis. Se procura fabricar imanes de hierro muy puro, poco sensible a las radiaciones, para poder utilizarlos en la proximidad de los núcleos de las centrales atómicas.

Se pone un papel encerado sobre un imán. Se echan limaduras de hierro. Se agita un poco para que se orienten, como diminutas brújulas, según las líneas de fuerza. Esta figura del "campo magnético" puede estabilizarse con calor, que aglutina las partículas en la cera.
Bastan una pila, un clavo y 20 ó 30 vueltas de hilo conductor alrededor de ésta para componer un imán.



En la figura (a) se enfrentan entre sí polos de diferente nombre; se atraen, y las limaduras siguen las líneas de fuerza de uno a otro. En la figura (b) se ve el caso opuesto: dos polos de igual nombre se rechazan.



El campo magnético envuelve todo el imán; no es plano como lo sugiere el papel con las limaduras. Un imán permanente de "alnico" levanta 50 veces su peso en hierro. Los magnetos permanentes de avión se hacen con aleaciones que resisten a los choques: hierro y cobalto, o hierro y tungsteno.

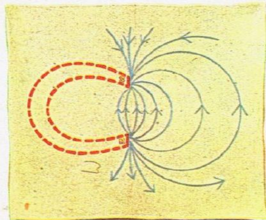


Imagen obtenida con un imán en herradura. Se comprende que a cierta distancia la atracción sea casi nula porque el campo se establece entre los dos polos.





Un trozo de hierro dulce atrae las líneas de fuerza y produce en su región un campo magnético más intenso. Reforzando o anulando líneas de fuerza se logra desmagnetizar los barcos: como la imantación de los barcos es variable, según la zona de la tierra en que se encuentren, se utilizan bobinas graduables.

LOS SISTEMAS CRISTALINOS


Fluorita

Oro

Pirita

SISTEMA CUBICO: tres ejes iguales y perpendiculares entre sí.


Apatita

Zincita

SISTEMA HEXAGONAL: cuatro ejes, tres horizontales y simétricos (ángulos iguales); el cuarto es vertical, en ángulo recto con los otros tres.


Circón

Escapolita

Rejalgar

Augita

SISTEMA TETRAGONAL: tres ejes perpendiculares entre sí, dos de igual longitud y el tercero diferente.

SISTEMA MONOCLINICO: con tres ejes de diferente longitud, pero dos de ellos en ángulo recto.


Aragonita

Crisoberilo

Estaurolita

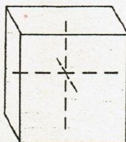
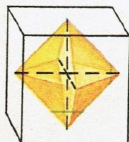
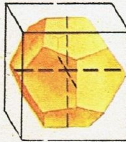
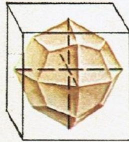
SISTEMA RÓMBICO: tres ejes perpendiculares entre sí, todos de distinta longitud.


Albita

Rhodonita

Axinita

SISTEMA TRICLÍNICO: tres ejes desiguales que no forman ningún ángulo recto.


CUBO

Cristal de oro

Cristal de pirita

Cristal de leucita

Algunos de los minerales pertenecientes al mismo sistema pueden diferir a primera vista. Pero lo que importa es reconocer las características de sus ejes de simetría. Cualquier cristal del sistema cúbico, por ejemplo, puede obtenerse cortando un cubo sin alterar sus ejes.

CÓMO SE IDENTIFICAN LOS MINERALES

Casi todo el relieve de la Tierra se forma con rocas, y éstas con minerales. Algunas, como el mármol, se componen de un solo mineral. Otras, como el granito, comprenden varios, que en el granito pulido se ven a simple vista.

Las rocas más antiguas tienen tres mil millones de años. Otras son más recientes porque han pasado por una serie de vicisitudes: al principio la roca es ígnea, es decir, sale fundida por algún volcán o grieta de la Tierra; luego, el tiempo y el clima la deshacen en polvo y se va acumulando en forma de sedimentos donde, con los años, forma rocas sedimentarias; por último, las altas presiones y temperaturas transforman rocas sedimentarias (la tiza) en rocas "metamórficas" (el mármol).

Los minerales son los componentes de las rocas, es decir, sus unidades básicas. Son sustancias naturales de composición química característica y se conocen muchos centenares. Algunos son elementos puros, como el oro, el cobre, la plata, etc., que se presentan en estado nativo; pero la mayoría de los minerales son compuestos. No suelen clasificarse entre los minerales ciertas sustancias (el petróleo) que provienen de restos de plantas y animales.

La identificación de los minerales es de gran importancia para la búsqueda de yacimientos; también es un pasatiempo interesante para el que tiene algunas nociones fundamentales. Cada mineral posee una composición química definida y características físicas propias (dureza, brillo, transparencia, etc.) que permiten identificarlo: son como sus impresiones digitales. Su *estructura* suele ser *cristalina*, o sea que sus partículas elementales se disponen, como en un panal, en una "malla cristalina" bien ordenada. Ciertos minerales no son cristalinos, como el ópalo (una variedad de cuarzo): se los llama *amorfos.* Hay minerales bastante fáciles de reconocer, pero otros exigen cierto número de pruebas para distinguirlos.

CRISTALOGRAFÍA

Al examinar la mayoría de los minerales, que son *cristales,* vemos con sorpresa que sólo hay seis grupos básicos o sistemas de cristales. Estas seis familias tienen cada una muchos hijos, aunque todos ellos con un "aire de parentesco". Los minerales suelen ser impuros; sus impurezas son, a veces, las responsables del color; el rojo del rubí se debe al cromo; el azul del zafiro al titanio: ambos son sólo corindón, un óxido de aluminio cuya masa de fondo es incolora.

Hay seis grandes sistemas de formas cristalinas, o sea seis grandes grupos de redes cristalinas: *regular* o *cúbico, tetragonal, hexagonal, rómbico, monoclínico* y *triclínico.* La división se basa en el número de líneas imaginarias, o *ejes* de simetría, que pasan por el centro del cristal, su longitud relativa y los ángulos que forman. En el sistema cúbico, por ejemplo, los cristales poseen tres ejes de igual longitud y perpendiculares entre sí, característicos del cubo, en geometría. La sal común se compone de pequeños cubos. El tamaño de los cristales varía enormemente: algunos son invisibles, mientras ciertos cristales de espodumento, silicato con aluminio y litio, pueden alcanzar varios metros. Rara vez se encuentra un espécimen perfecto, y sólo una larga experiencia permite reconstruir el cristal tipo, a partir de un fragmento.

El tamaño de un cristal depende de la lentitud con que se ha formado, o sea, de la oportunidad de que gozaron las partículas de ubicarse en la trama inicial ya formada.



Hay minerales muy transparentes, a través de los cuales se puede leer con facilidad. Otros son opacos y algunos translúcidos.

Algunos minerales emiten nuevos colores bajo la luz ultravioleta y por eso se los llama "fluorescentes". Algunas muestras de fluorita lucen un extraño color azulado.

PESO ESPECÍFICO

Es un buen indicio; el del azufre es 2, el del corindón 4, el de la casiteria 7, etc. Se necesita un aparato especial para determinarlo; es imposible hacerlo en el campo, aunque puede distinguirse manualmente entre minerales livianos y pesados. Un trozo de talco (peso específico 2,8) parece mucho más liviano que uno de apatita (peso específico 3,2).

ESCALA DE DUREZA DE MOHS

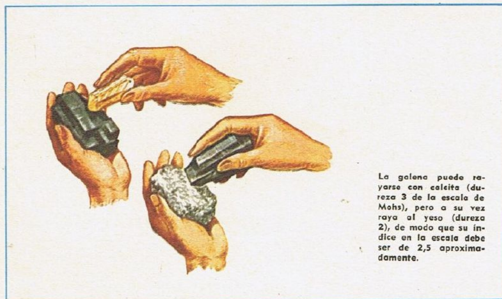
Una característica fácil de determinar es la dureza. Se recurre a la prueba del *rayado:* un material más duro raya a otro más blando, y dos de igual dureza no se rayan entre sí. Hay una escala convencional de dureza, la *escala de Mohs.* Se divide en diez grados numerados, cada uno más duro que el anterior; los índices son: 1, talco (el más blando); 2, yeso; 3, calcita; 4, feldespato; 5, apatita; 6, ortoclasa; 7, cuarzo; 8, topacio; 9, corindón; 10, diamante. La dureza de un mineral se determina encontrando el más *blando* de la serie que lo raye. Por ejemplo, la calcita raya la galena, pero esta última rayará el yeso, de manera que su índice de dureza estará entre 2 y 3. Las piritas de hierro, parecidas al oro, tienen una dureza entre el 6 y el 7, mientras la del oro verdadero se sitúa entre el 2 y el 3. Las series de Mohs se venden comercialmente. El número 10, diamante, suele faltar, pero no tiene mayor importancia porque difícilmente se hallará un mineral más duro que el corindón (si se lo encuentra es posiblemente diamante).
Puede determinarse aproximadamente la dureza de un mineral aun sin esa colección. La uña tiene una dureza Mohs de alrededor de 2,5; un lápiz, 3; el vidrio común alrededor de 5,5; y la hoja de un cortaplumas aproximadamente 6.

LOS MINERALES Y LA LUZ

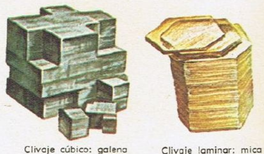
Algunos minerales son *transparentes:* permiten ver nítidamente a través de ellos. Otros son *opacos:* la luz no los atraviesa. Hay grados intermedios, translúcidos, lechosos. Pero la mayoría de los minerales opacos dejará pasar algo de luz si se los convierte en láminas muy delgadas.
Existen minerales que muestran doble refracción, es decir, que un texto leído a través de ellos se ve doble; aquí los citamos únicamente por la influencia trascendental que han tenido en el desarrollo de toda la óptica.
El color es una característica importante de los minerales, especialmente para identificar los metálicos, pues sólo presenta ligeras variantes. Pero en minerales como el cuarzo, el corindón y el granate, el color se debe principalmente a las impurezas y puede variar notablemente. Minerales como la turmalina tienen diferentes colores, variables según desde donde se los mire.
Los minerales en polvo pueden tener un color distinto del superficial: el talco es verde, pero una vez molido es blanco. Del mismo modo, la hematita es superficialmente gris o negra, pero en polvo es pardo rojiza. La ventaja de moler los minerales es que su color es más uniforme que el superficial variable. Para conocer qué color tiene un mineral en polvo basta frotar un trozo sobre porcelana áspera.
La razón por la cual el color del polvo es diferente al del sólido se debe a la reflexión. La reflexión del vidrio, por ejemplo, es blanca, de manera que si pulverizamos una botella de vidrio verde, el polvo se vuelve cada vez más blancuzco debido a que aumenta el número de superficies que reflejan luz blanca.
El *lustre* o *brillo* del mineral depende de la cantidad de luz que refleja o absorbe. Puede ser resinoso (similar al de la resina) como en el azufre, perlado como la mica, sedoso en minerales fibrosos como el crisotilo, vítreo como el cuarzo, adamantino (de diamante) o metálico. Hay minerales que no poseen brillo: son de superficie *mate* (p. ej. la caolinita).
Una interesante característica de los minerales es el grado en que desvían la luz. Los rayos de ésta siempre se desvían cuando pasan de un medio a otro de diferente densidad.
Si colocamos en agua vidrio molido cuyo índice de refracción o capacidad para desviar la luz, sea igual al del agua, se volverá invisible; si el índice de refracción de la luz es algo bajo podemos añadirle sal común: poco a poco llegará el momento en que no se vean más los trozos de vidrio. Para reconocer diamantes y otras sustancias, a fin de distinguirlas de sus falsificaciones, se usan líquidos especiales muy refractivos como el sulfuro de carbono.
Hay sustancias que, al recibir rayos invisibles como los rayos X o los rayos ultravioleta, devuelven rayos visibles: este fenómeno se llama *fluorescencia.* Bajo la luz ultravioleta ciertos minerales exhiben hermosos colores, como los de uranio. Algunos poseen esa propiedad por sus impurezas u otros factores. Uno de los materiales fluorescentes más hermosos es el rubí, que emite un brillante resplandor rojo al ser sometido a la luz ultravioleta.
Esta propiedad del rubí ha dado origen a la invención del *Laser,* instrumento que revoluciona la óptica y las telecomunicaciones, y del que nos ocuparemos en una nota especial.
La luz es una onda, un serpenteo, que se produce en todos los planos. Pero en ciertos casos se la puede polarizar, es decir, hacerla vibrar en un solo plano. Las características ópticas especiales de un mineral, una vez reducido a una fina lámina y visto a través de un microscopio de luz polarizada, pueden servir de guía para su identificación.

CLIVAJE Y FRACTURA

Las fracturas de un mineral son otro indicio para clasificarlo. Se llama *clivaje* la tendencia a partirse más fácilmente según ciertos planos, llamados *planos de clivaje.* El tipo de clivaje se define según el número de "planos" y sus ángulos relativos. Tomemos un ejemplo sencillo: la galena tiene clivaje *cúbico;* se observan tres planos de clivaje que forman ángulos rectos entre sí. Cuando se desmenuza un cristal de galena se obtiene una cantidad de pequeños y brillantes cubos. Uno



La galena puede rayarse con calcita (dureza 3 de la escala de Mohs), pero a su vez raya al yeso (dureza 2), de modo que su índice en la escala debe ser de 2,5 aproximadamente.



Clivaje cúbico: galena — Clivaje laminar: mica



Fractura fibrosa: crisotilo — **Fractura concoidea: obsidiana** — **Fractura irregular: limonita**

ANÁLISIS A LA LLAMA



Existe un gran número de ensayos químicos para determinar la naturaleza de un mineral. El **ensayo a la llama** se basa en el color característico que el mineral imparte a ésta. Con los minerales de sodio (sal común, sulfato de sodio, bórax, etc.) la llama adquiere una intensa coloración amarillenta. Los de estroncio producen un hermoso color carmín; por eso se usa en los fuegos artificiales. Los minerales de cobre la colorean de azul o verde, etc. Si se usa un mechero de Bunsen conviene recordar que, si no recibe suficiente aire, su llama es amarillo brillante; pero si tiene suficiente oxígeno hay una zona interior oscura tan fría, que una cabeza de cerilla, perforada por un alfiler y suspendida en esta zona, no se enciende. El mineral debe colocarse en la zona azul violeta o cono exterior de la llama del mechero de Bunsen. Ésta llega a una temperatura suficiente para los metales alcalinos (minerales que contienen sodio, potasio, etc.); pero otros precisan llamas más calientes.

ANÁLISIS ESPECTROQUÍMICO

La luz emitida o absorbida por un átomo es como su fotografía individual. Cada átomo tiene su propio espectro de rayos, que son de luz o de sombra, según el átomo los emita o los absorba. Pero de todos modos el espectro de un átomo es un método de análisis: para ello basta obligarlo a que emita luz. Actualmente se prefieren las chispas, más energícas.

ANÁLISIS CON MICROSCOPIO

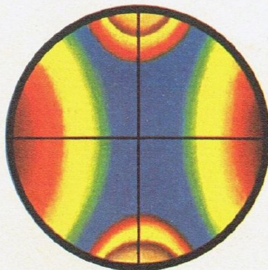
Este es un método moderno. Por ejemplo, el zafiro y el rubí natural tienen líneas de acumulación hexagonales y burbujas angulares, mientras que en los sintéticos las líneas de acumulación son curvas y las burbujitas son esféricas. Los microscopios electrónicos permiten observar partículas ínfimas en las arcillas, definiéndolas claramente. Cada vez la industria se acerca más a los minerales sintéticos, como en el caso de los rubíes para los relojes.

de los tipos más interesantes es el clivaje *basal* o *laminar*, en el cual hay un solo plano, paralelo a la base del cristal, como en la mica, que se divide en finísimas láminas u hojas.
Cuando un mineral no se rompe según planos determinados, se dice que se *fractura*. Todos los minerales pueden fracturarse, pero no es probable que lo hagan si poseen un plano definido de clivaje. Hay diferentes tipos de fractura, por ejemplo: fibrosa, concoidea, irregular, etc. Por ejemplo el crisotilo (mineral de amianto) forma fibras que pueden hilarse y tejerse. La fractura concoidea puede apreciarse en la obsidiana (vidrio volcánico).

IDENTIFICACIÓN DE LOS DIAMANTES



Cuando se sumergen un diamante falso y uno genuino en un líquido que desvíe los rayos luminosos en la misma proporción que el diamante falso, sólo el diamante real quedará visible. (Ver en las páginas 114-115, nuestra nota sobre "refracción".)



Vista a través de un microscopio de luz polarizada, esta lámina de muscovita (una variedad de mica) presenta un hermoso juego de anillos de color.

OTROS PROCEDIMIENTOS DE IDENTIFICACIÓN

ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

Los minerales metálicos son buenos conductores de la electricidad en contraposición con los no metálicos. Todos los cristales minerales se cargan de electricidad al frotarlos, pero esto es más evidente en unos que en otros. El único material fuertemente magnético es la magnetita (óxido especial de hierro, una de cuyas formas es la piedra imán), aunque hay otros (platino, ilmenita, hematita y cromita) que muestran un "semimagnetismo" al acercarlos a un imán.

RADIACTIVIDAD

Un hecho que ha facilitado grandemente la búsqueda del uranio es la radiactividad de sus compuestos, que se percibe con un contador Geiger. El aparato transforma las radiaciones en un repiqueteo de "clics". Hay más de cien minerales de uranio, pero sólo unos pocos son importantes. Lo mismo se aplica a los minerales del torio, también radiactivo.

LOS MINERALES Y EL CALOR

Las propiedades de los minerales en relación con el calor son importantes. Su resistencia al paso de la corriente eléctrica, aumenta con la temperatura. Los distintos minerales poseen diferentes puntos de fusión. La estibina funde en la llama de una vela (alrededor de 500°C), mientras que una fina astilla de ortoclasa necesita un soplete (1.500°C aproximadamente).

LAS OLAS

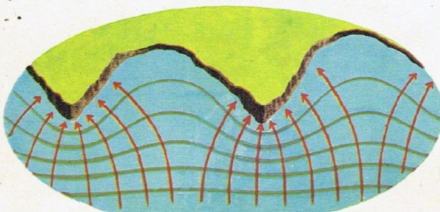
OCEANOGRAFÍA

Conocemos menos los océanos que el espacio. Sin embargo, se intenta colmar rápidamente nuestra ignorancia ante el prodigioso crecimiento de la población mundial. El cultivo de los océanos, por ejemplo, no es una quimera, como tampoco lo es la obtención de fertilizantes de los fondos abisales. Hoy nos ocuparemos de las olas, cuyos daños cuestan anualmente centenares de millones.

¿QUÉ ES UNA ONDA?

Cuando se hace serpentear una soga, ésta no se traslada. Lo que se produce es una *onda* que transfiere energía sin desplazar materia. Si se apoya el dedo en un mantel y se lo hace avanzar, delante de él se forma una "ola", que avanza sin que lo haga el mantel. Si observamos un cuerpo que flota en el mar, fuera de la rompiente, veremos que sube y baja, pero que no acompaña a las olas en su camino hacia la costa.
La ola es pues una onda, en la que se distingue una cresta o parte superior y un vientre o parte inferior; el tiempo entre dos crestas sucesivas se llama período.

LAS SECCIONES IGUALES DE UNA OLA (ENTRE LAS LINEAS ROJAS) POSEEN LA MISMA ENERGÍA



Las olas se "curvan" cuando se aproximan a una costa irregular debido a las diferencias de profundidad. La energía de la ola se concentra en los cabos y se diluye en las bahías.

TIPOS DE OLAS

Las olas comunes son debidas al viento, a veces muy lejano; según una teoría reciente, habría un equilibrio entre el agua y el aire de igual velocidad, pero las mismas olas ejercen una influencia retroactiva sobre el aire. En líneas generales, la velocidad de la ola es proporcional al período; su altura en metros equivale aproximadamente a la décima parte de la velocidad del aire en kilómetros por hora: un viento de 30 Km. producirá olas de 3 m. de altura entre su cresta y su vientre.

Teóricamente una ola no puede pasar de 18,25 m. y en 1956 se logró el primer registro científico de una de ellas; pero es muy raro que pasen los 12 m. de altura. La distancia entre crestas puede llegar a centenares de metros y está en relación con el tamaño de la ola.

Según la teoría de Rayleigh una ola de cada 25 debe ser de doble altura, y una de cada 1.175 debe ser triple: esta última es una ola peligrosa para los pescadores que se aventuran sobre las rocas de la costa.

Las olas mayores o *Tsunami* son las de los maremotos, producidos por terremotos submarinos. La velocidad de estas olas es de, aproximadamente, tres veces la raíz cuadrada de la profundidad del terremoto, y actualmente se predice con mucha exactitud su llegada a las zonas expuestas. En alta mar las grandes olas de los maremotos tienen un período de unos 25 Km. entre sí y no se notan, pero al acercarse a las playas y quedarse sin profundidad, o al concentrarse en los golfos sus efectos son desastrosos.
La mayor que se recuerda es la que corresponde a la erupción del Krakatoa en 1883, que pasaba de los 40 m. de alto y se trasladaba a una velocidad de 740 Km. por hora.

Actualmente se estudian también ciclos especiales (parece haber uno de 19 años, pero no lo veremos ahora). En la figura de la página 110 (abajo) se explica claramente el mecanismo de la rompiente. Cuando la ola llega a zonas de menor profundidad, su porción inferior roza con el agua que vuelve de la costa, y como la parte superior conserva la misma velocidad, se produce el fenómeno que se llama "reventar" la ola.

REGISTRO DE LAS OLAS

Se está abandonando el método usual, un aparato colocado entre los 10 y 25 m. de profundidad y que marcaba la presión, es decir, la altura del agua; era poco eficaz porque a la mitad de su longitud de onda las olas pierden el 90% de su presión. Desde 1953 se practican en algunos barcos unos agujeros pequeños donde se colocan registros, muy complicados porque deben combinar sus propios acelerómetros con las oscilaciones del barco, pero que resultan sumamente útiles. También en las costas se instalan alambres por los que pasa una corriente cuyas variaciones se miden muy exactamente.

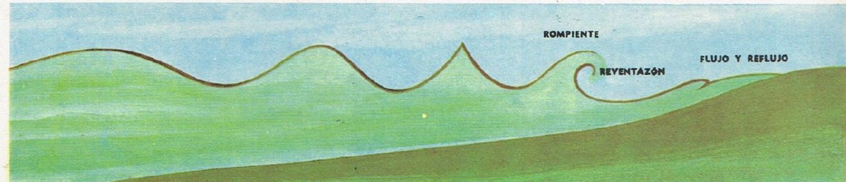
Además, mediante el uso de termistores, se han descubierto corrientes submarinas a miles de metros de profundidad totalmente imprevistas; los aparatos que las registran emiten una especie de silbido y por esta razón los científicos los denominan "sputniks".

APLICACIONES Y FUTURO

Cuando se produce una gran tormenta en el océano, de ella irradian olas que pueden ser peligrosas y que actualmente se predicen; el mejor conocimiento de las olas ha permitido ya que los barcos ganen mucho en estabilidad y que, además, se construyan mejor y más económicamente, al saberse con exactitud los esfuerzos que soportan. En lo que se refiere a las costas, no hubo adelantos de gran provecho por la complejidad del tema: se conocen mal las ecuaciones teóricas relativas a la zona de rompiente; se estudia con ahínco la acción de las olas sobre los malecones y escolleras, y también el arrastre de arena, de limo y de otros sólidos.

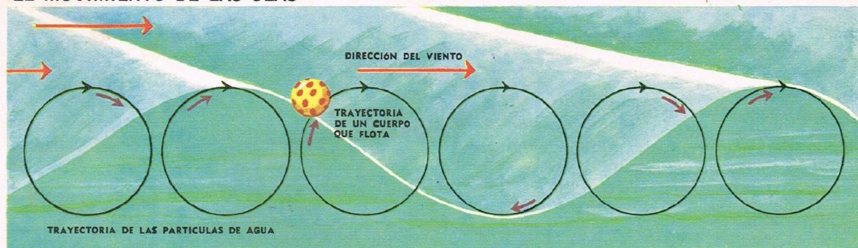
Por último, se han logrado grandes adelantos en el estudio de la influencia meteorológica de las zonas de alta y baja presión sobre la formación de las olas.

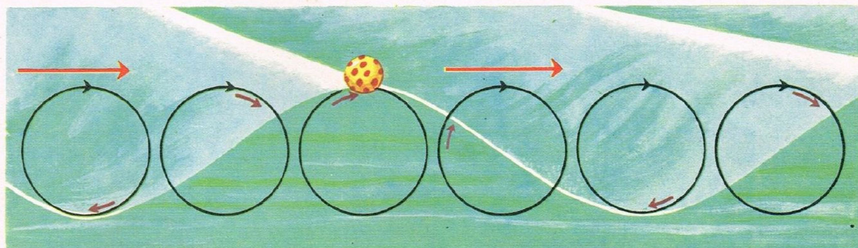
Cuando estudiemos la marea veremos que los fenómenos de resonancia (análogos a los que ocurren cuando se empuja intermitentemente un columpio) son de gran importancia para el estudio de los movimientos en los océanos.

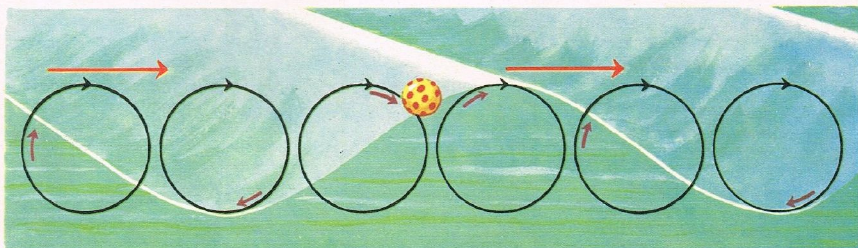


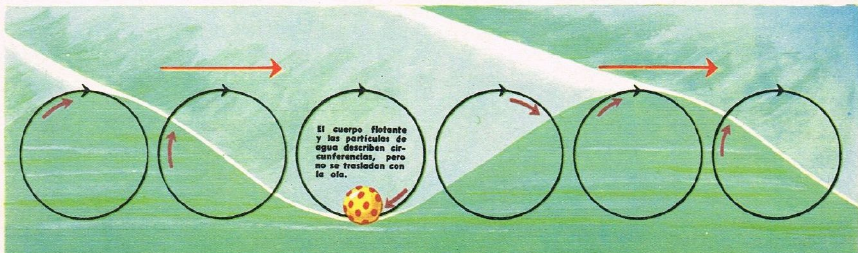
Cuando la ola llega a aguas poco profundas comienza su fricción contra el fondo. Entonces su parte profunda se retrasa, mientras la capa superficial continúa a la misma velocidad. La cresta de la ola queda al fin sin apoyo y se desploma: es la "rompiente".

EL MOVIMIENTO DE LAS OLAS







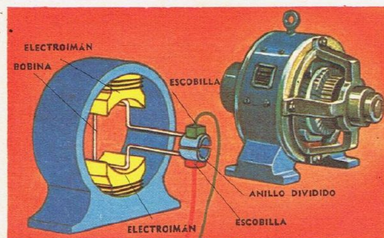


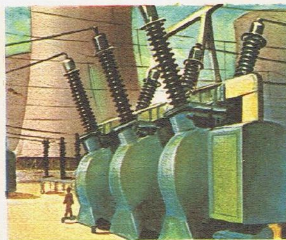
LA ELECTRICIDAD EN ACCIÓN

No todo es obtener energía. El calor liberado por los combustibles, o el impulso de las caídas de agua, deben suministrar una energía que sea fácil de transportar, distribuir y de obtener cuando se la requiere. Por esa disponibilidad instantánea la electricidad desempeña hoy un papel vital. Hace menos de 100 años la invención de la lámpara de filamento incandescente inició la demanda general de electricidad; hoy, los artefactos eléctricos son innumerables: planchas, cocinas, heladeras, lámparas, aparatos de televisión, máquinas de lavar. La electricidad es una característica de este siglo. Fuera del hogar, la revolución producida por la electricidad es aún mayor: le debemos la iluminación urbana, las luces de tránsito, los anuncios luminosos, los trenes eléctricos, los modernos automóviles a gasolina, los trolebuses, los aviones, los teléfonos, el telégrafo y así indefinidamente. Y lo que resulta igualmente importante es que en la fabricación de los objetos que utilizamos, la electricidad siempre interviene de alguna manera: sin ella no existirían, o serían imperfectos, o resultarían extremadamente caros. Bien se puede afirmar que la electricidad ha sido la mayor de las influencias que por sí solas transformaron nuestra vida.

PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD

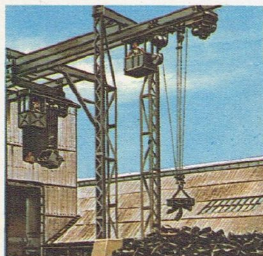
La gran ventaja de la electricidad es poder ser entregada rápidamente y con poca pérdida, mediante cables. Pero antes hay que fabricarla, porque las máquinas que la producen no se mueven solas. Los generadores suelen ser accionados por turbinas, impulsadas a su vez por vapor, obtenido al calentar agua con la combustión de carbón, petróleo o gas. Es así como la energía de la combustión se transforma en energía eléctrica. Las pérdidas son importantes, pero la fácil distribución y la disponibilidad instantánea de la electricidad las compensan ampliamente.

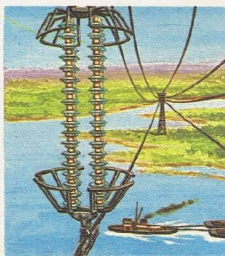


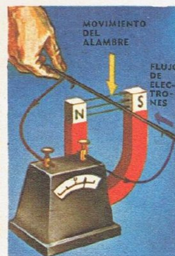


A la izquierda: un motor eléctrico, diagrama simplificado del conmutador que permite su rotación continua. En el mismo cuadro, a la derecha, un motor eléctrico usual.

A la derecha: los transformadores elevan el voltaje o tensión de la corriente con que se alimenta la red de distribución.







IZQUIERDA: Al pasar por una bobina la corriente eléctrica origina un campo magnético, es decir, un electroimán. Vemos aquí uno de ellos, utilizado para mover chatarra en un depósito.

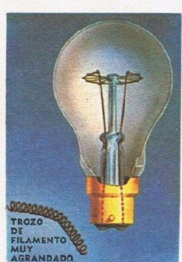
CENTRO: Los malos conductores de la electricidad, como el vidrio y la porcelana, se usan para aislar los cables. Estos grandes y macizos aisladores sostienen cables de alta tensión.

DERECHA: Cuando un cable se mueve cortando las líneas de un campo magnético, entre sus extremos nace una diferencia de tensión. Si se cierra el circuito, pasará una corriente eléctrica.

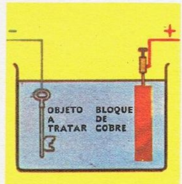


La corriente eléctrica

Corte de un acumulador común (plomo y ácido sulfúrico).



En la lámpara eléctrica hay un delgadísimo filamento de alambre, cuya resistencia al paso de la corriente lo lleva a la incandescencia.



Galvanoplastia. El objeto metálico se une al terminal negativo, y el bloque de cobre al terminal positivo. Al estar ambos en una solución conductora de sulfato de cobre y circular la corriente, se deposita cobre puro sobre el objeto metálico.

Una corriente eléctrica es sólo un traslado de electrones, partículas negativas que, normalmente, constituyen la capa exterior de los átomos. Cuando un átomo pierde algún electrón atrae a los de otros átomos. Así puede originarse un movimiento de electrones en un conductor haciendo que un extremo posea un exceso de electrones (es decir, que esté cargado negativamente) mientras que el otro extremo carezca de ellos (es decir, esté cargado positivamente). Entonces los electrones van saltando de átomo en átomo a lo largo del conductor. Toda la utilidad de la corriente eléctrica reside en el hecho de que un flujo de electrones representa *energía*, o sea, *capacidad de realizar un trabajo*. El flujo de electrones que tiende a compensar un desequilibrio (el de los átomos con carencia o con exceso de electrones) puede, *simultáneamente*, convertirse en trabajo. La palabra "simultáneamente" es muy importante, porque subraya uno de los mayores inconvenientes de la electricidad: a diferencia de las otras fuentes de energía (petróleo, gas, etc.), no puede ser almacenada en forma práctica. No hay ninguna dificultad en almacenar electrones —los hay en cada uno de los trillones y trillones de átomos—; pero no sabemos almacenar *una corriente* de ellos, o un exceso de electrones libres (hay excepciones poco importantes, como los capacitores de un receptor de radio, que acumulan minúsculas cantidades de energía).

LOS GENERADORES

Las máquinas que producen electricidad se llaman "generadores". Se basan en el principio, asombrosamente simple, de que cada vez que un conductor se mueve a través del campo de un imán, nace entre sus extremos una diferencia de presión eléctrica, un "viento" de electrones; cuando se cierra el circuito, circula una corriente eléctrica. Los extremos deben estar en contacto y formar un circuito cerrado, porque una corriente eléctrica debe disponer de un camino ininterrumpido que vuelva al punto de partida.

Por ejemplo, la corriente que hace funcionar el televisor de nuestra casa circula desde la usina, donde es generada, por un complicado circuito que pasa por nuestro televisor y regresa al generador.

También se produce electricidad mediante un acumulador. La diferencia de presión eléctrica entre los extremos de un conductor se obtiene aquí por medios químicos.

En un acumulador común (el de placas de plomo), al sumergir en agua con ácido sufúrico dos placas, una de plomo esponjoso y otra de óxido de plomo, la primera se carga negativamente y la segunda positivamente.

CORRIENTES CONTINUA Y ALTERNA

En el acumulador, es la actividad química la que mantiene las placas siempre cargadas con electricidad de signos opuestos, de modo que el sentido de flujo de electrones a través de un circuito conectado a los bornes es invariable: esto es lo que denominamos *corriente continua* (C. C.). En el generador, en cambio, la presión eléctrica se establece solamente cuando el conductor *corta* las líneas de fuerza del campo magnético y hay dos posiciones, durante la rotación de un conductor único, en que éste es paralelo a las líneas de fuerza; entonces no se produce diferencia alguna de presión eléctrica, y no circula corriente.

En otras palabras, la corriente del generador no es continua sino "pulsante". En la práctica se utilizan varias bobinas en diferentes ángulos, de modo que cuando la corriente en una sea cero, en otra será máxima. Más aún, cuando el conductor gira, en la primera parte de su vuelta *sube*, y en la segunda *baja*; de manera que el "viento" de electrones sopla a éstos una vez hacia un extremo, y otra vez hacia el otro: entonces la presión eléctrica se invierte a cada vuelta y la corriente eléctrica cambia de dirección. En síntesis, un generador produce por lo común una *corriente alterna* (C. A.). Este tipo de corriente es el que habitualmente utilizamos. Los generadores pueden, también, producir una corriente continua mediante un dispositivo denominado "conmutador" que ya hemos explicado.

TENSIÓN Y RESISTENCIA

La electricidad puede compararse con una corriente de agua: una cierta presión hace circular el líquido, y el caño le ofrece cierta resistencia, según su diámetro y otros factores. Presión y resistencia determinan el caudal, que depende de ambos a la vez.

En cualquier canilla la presión es constante; si se la abre más, se ensancha el paso (disminuye la resistencia) y sale más agua en el mismo tiempo (es decir, aumenta el caudal). Si reducimos la abertura ocurre a la inversa.

La corriente eléctrica es semejante. Su intensidad depende de la diferencia de presión eléctrica (voltaje) y de la resistencia del circuito que recorre. Si cualquiera de estos factores se altera, la corriente cambia.

Básicamente, la resistencia de una sustancia al paso de la corriente depende de la mayor o menor firmeza con que los electrones están unidos a los átomos. En un buen conductor, como el cobre, algunos electrones están casi libres y la resistencia es baja. Pero en un mal conductor (aislador) como el caucho, los electrones están firmemente unidos y la resistencia es elevada.

Aparte de ese factor básico, la resistencia de un conductor aumenta con su longitud y disminuye con su espesor, como en las cañerías para el agua. Los artefactos eléctricos que generan calor (tostadoras, planchas, etc.) se basan en estos principios: contienen un filamento metálico, de considerable resistencia al paso de la electricidad por su naturaleza o delgadez. Al superar esta resistencia la corriente eléctrica genera calor.

En el caso de la lámpara, el filamento es tan fino que llega a la incandescencia.

OTROS USOS

La producción de calor es sólo uno de los usos de la energía eléctrica. En la industria mueve infinidad de maquinarias, mediante el motor eléctrico, que es como un generador que funcionase exactamente al revés. En el generador, la bobina es movida mecánicamente para producir la energía eléctrica. En el motor, se envía energía eléctrica a la bobina para producir energía mecánica. Lo que sucede es que la bobina (llamada armadura), arrollada sobre un núcleo de hierro dulce, se imanta cuando circula por ella una corriente eléctrica, y es repelida por imanes o electroimanes colocados a su alrededor. La armadura está unida a un eje, de manera que la repulsión la hace rotar. En la práctica se emplea un conmutador o colector (el dispositivo que se utilizaba en los generadores para producir corriente continua) para que la rotación no se detenga.

Otro uso industrial de la electricidad es la galvanoplastia, mediante la cual se recubren objetos conductores con una capa de metal, como en el plateado, cromado o galvanizado.

TRANSPORTE

¿Por qué se envía la electricidad a muy alta tensión? Porque a bajo voltaje no puede transportarse económicamente; por eso se la transforma en la llamada "alta tensión", que en las convenciones actuales, por ejemplo en el Mercado Común Europeo, es de 380.000 voltios. La corriente continua no puede ser multiplicada ni dividida en forma económica y, por esta razón, siempre se distribuye corriente alterna. La corriente continua se obtiene hoy por rectificación de la corriente alterna, y sólo se la utiliza en electroquímica y en la tracción eléctrica local.

TENDENCIAS

Desde comienzos de siglo aumentan la potencia y las distancias. Hace 25 años la corriente de 225.000 voltios era normal, mientras hoy se encaran materiales para transportar la electricidad a 700.000 voltios. La cantidad de energía eléctrica en uso se duplica cada 10 años, aun en los países que aparentemente estaban saturados. Pero las distancias se reducen, porque, aunque disminuye el costo del transporte de la electricidad, el rendimiento de las centrales mejora, y entonces se abarata el precio del transporte de su combustible, en proporción a los kilovatios que producen.

La tensión o voltaje más económico crece, aproximadamente, como la raíz cuadrada de la potencia a transportar. Existe un óptimo para cada distancia y para cada potencia; pero la lluvia, la niebla, el rocío y la nieve impiden subir indefinidamente la tensión sin peligros. Durante mucho tiempo se buscaron soluciones: los cables huecos no dieron resultado, pero finalmente se descubrió que mediante haces de dos, tres o cuatro conductores situados a 20 ó 40 cm. de distancia se podían enviar corrientes de tensiones muy elevadas.

Las crecientes interconexiones entre Estados obligan a que las tensiones sean parejas, a fin de no multiplicar los transformadores ni los disyuntores (fusibles) u otros dispositivos de seguridad.

Bajo el mar, el límite de distancia útil parece ser de 40 Km. para la corriente alterna; más allá resultarían de menor costo los cables unipolares para corriente continua; el único cable de corriente continua submarino actual es el que se extiende entre Gotland y la costa sueca: transporta 20.000 kilovatios a 100.000 voltios y tiene 100 Km. de longitud.

LA REFRACCIÓN o desviación de la luz

Hablando en general, no podemos ver lo que pasa a la vuelta de la esquina pues la luz se propaga en línea recta. Pero hay excepciones: un espejo puede reflejar los rayos en la dirección deseada. Además de por *reflexión*, también pueden desviarse por *refracción*.

La refracción puede observarse fácilmente. Un bastón recto que se sumerge oblicuamente en agua parece doblarse bajo la superficie. Un recipiente lleno de agua parece tener menos profundidad que cuando está vacío. En todos estos casos la luz atraviesa dos medios distintos (aire y agua); es ese paso de una sustancia a otra lo que desvía el rayo luminoso.

El aire y el agua tienen propiedades distintas en lo que respecta a la luz. Ésta atraviesa el aire con mayor velocidad que el agua, o sea que el agua es ópticamente más "densa" que el aire. Los rayos luminosos que pasan del aire al agua se "frenan" de súbito, y, si llegan oblicuamente, cambian de dirección. La luz que pasa del aire al agua según la perpendicular a la superficie, o "normal", no se desvía.

CÓMO CAMBIA LA DIRECCIÓN DEL RAYO

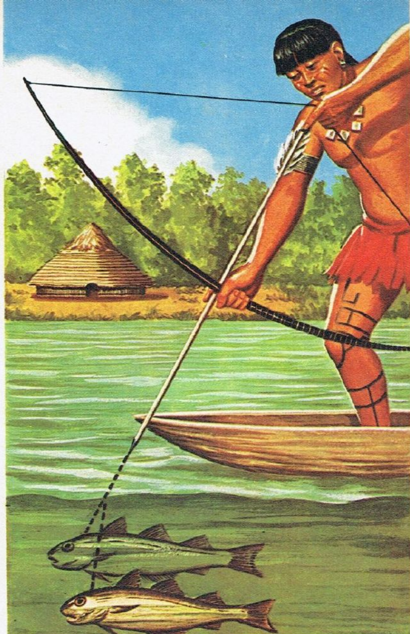
Cuanto mayor sea la diferencia entre las densidades ópticas de los dos medios, tanto más se desviará el rayo al pasar de uno a otro. Cuando la luz penetra en un medio más denso o "lento", se acerca a la perpendicular; cuando sale de él hacia otro más ligero, se aleja de la normal.

EL INDICE DE REFRACCIÓN

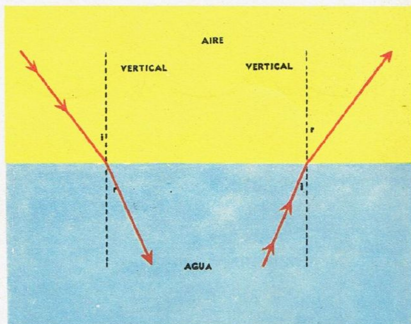
Se llama *índice de refracción* a la desviación que experimenta un rayo luminoso al pasar de una sustancia a otra. En realidad, expresa la proporción de las diferentes velocidades de la luz en ambos medios. La velocidad de la luz en el aire es de, aproximadamente, 300.000 kilómetros por segundo, y en el agua de unos 225.000. El índice de refracción entre aire y agua es, por consiguiente, 300.000 dividido 225.000 o sea 4/3. Cuanto mayor es la diferencia entre los índices de dos sustancias, tanto más crece la desviación angular del rayo. El diamante, posee un índice aproximado de 2,42 comparado con el aire; el mayor índice de refracción conocido es el del rutilo, óxido rojo de titanio: 2,903.

CONSECUENCIAS Y APLICACIONES

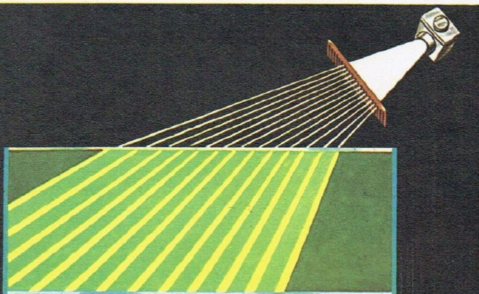
Identificación de gemas. – Si dos medios tienen igual densidad óptica no hay refracción. En otras palabras, si pulverizamos un cristal y lo sumergimos en un líquido de igual índice de refracción, el polvo se vuelve invisible. Este método se utiliza para

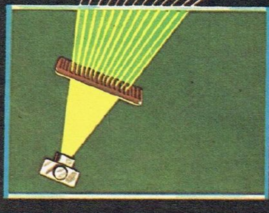


Un pescador que dispara sus flechas sobre un pez ha de tener en cuenta la desviación de los rayos luminosos, que hace aparecer al pez más adelante de lo que realmente está. Para que la flecha dé en el blanco es necesario tirar algo más bajo. Este pescador no clavará al pez pues apunta hacia su posición aparente.



Refracción de la luz al penetrar en el agua (izquierda) y al salir de ella (derecha). Cuando el rayo pasa del aire al agua, el ángulo de incidencia (i) es mayor que el de refracción (r). Cuando la luz pasa del agua al aire, el ángulo de incidencia (i) es menor que el de refracción (r). Al pasar de un medio menos denso a otro más denso, la luz se acerca a la perpendicular (línea de puntos).





IZQUIERDA: Aquí, la luz de un foco atraviesa un peine para mostrar más claramente la dirección de los rayos. Después, la luz penetra, formando cierto ángulo, en un recipiente con agua que contiene un colorante fluorescente. Si la habitación está a oscuras, el colorante muestra la dirección de los rayos, que aparecen como bandas luminosas. Debido a la refracción, los rayos luminosos que pasan del aire al agua, se desvían hacia la perpendicular. DERECHA: Refracción de la luz al salir del agua. La luz del foco atraviesa un peine y un colorante fluorescente pone en evidencia el trayecto de los rayos. La nueva dirección de éstos al salir al aire puede observarse a lo largo de una hoja de papel blanco.

revelar falsificaciones de ciertas gemas, cuyo índice de refracción es distinto del de las legítimas; se utilizan líquidos adecuados.

Aberración cromática. — La aplicación más difundida de la refracción son las lentes. Pero la luz blanca se compone de varios colores, que no se refractan de la misma manera; por esta razón las imágenes vistas con lupas poderosas suelen mostrar halos de colores. Este fenómeno, llamado "dispersión de la luz", hace que los rayos violetas se desvíen más que los rayos rojos. Es la dispersión la que causa los arco iris y los halos en torno a la Luna (formados por cristales de hielo). La industria fabrica lentes que tienen diferente poder de refracción, con igual poder de dispersión; los más conocidos son los cristales Crown y Flint, y compensándolos entre sí, se anula la aberración cromática en los microscopios. Los materiales ópticos comunes van desde los acrílicos, cuyo índice es aproximadamente de 1,5, hasta los Kodacs especiales (de índice 1,9).

Reflexión total. — ¿Qué ocurre si un rayo debe salir del agua en forma tan oblicua, que su ángulo de refracción en el aire sea mayor de 90°? Pues, simplemente, se refleja dentro del agua como si la superficie de ésta fuera un espejo. Es esta propiedad, llamada "reflexión total", la que se emplea en los prismas, tanto para los binóculos como para los telémetros. Los espejismos son también un caso de reflexión total: cuando, bajo un sol ardiente, circulamos por una carretera, el aire caliente, en contacto con ésta, tiene una densidad mucho menor que el aire de las capas superiores, y los rayos del sol, que llegan casi horizontales, sufren entonces una reflexión total y nos parece ver una laguna. En las regiones árticas ocurre a la inversa porque el aire frío está abajo: los rayos que suben desde el mar se desvían horizontalmente, y los marinos ven a los barcos encima del horizonte.

TENDENCIAS ACTUALES

Los progresos se orientan, principalmente, hacia el estudio íntimo del pulido de las superficies, que revela su complejidad; y a depositar sobre los cristales, finas capas de metal que seleccionan los rayos. De estos puntos nos ocuparemos en próximas notas.

Como ya dijimos en la nota "LOS ESPEJOS", pocos objetos son espontáneamente luminosos y suelen encontrarse a altas temperaturas, como la llama o el filamento de una lámpara. Para poder ver los objetos que no son luminosos por sí mismos, utilizamos su capacidad para reflejar, hasta nuestros ojos, la luz que reciben de otras fuentes.

Los rayos luminosos que pasan de una sustancia a otra, ópticamente más densa, se desvían hacia la normal o perpendicular. Inversamente, si pasan a un medio ópticamente menos denso, se alejan de ella. Los que penetran en una sustancia siguiendo la perpendicular a su superficie, no se desvían.



La moneda y un truco con una taza. Se pone una moneda en el fondo, de modo que el observador no pueda verla, pues la taza se interpone en la recta entre la moneda y el ojo del observador. Cuando se llena la taza de agua, el observador puede ver la moneda, que no ha cambiado de lugar, debido a que los rayos luminosos se desvían al pasar al aire.

MANEJO DEL SEXTANTE

ESPEJO SUPERIOR
VIDRIOS OSCUROS PARA OBSERVAR EL SOL
CRISTAL PARA ENFOCAR EL HORIZONTE
LIMBO
BRAZO RADIAL

El sextante, instrumento para determinar la posición del navegante aéreo o marino, apareció en 1730. Debe su nombre a que los primeros abarcaban sólo 60°, es decir "un sexto" de circunferencia; los actuales alcanzan hasta 120°.

LAS BASES

Para determinar su posición, el navegante utiliza los cuerpos celestes, pues no hay marcas terrestres disponibles. Para ello se vale de puntos que estén en relación con el lugar que él ocupa. La estrella que está directamente sobre su cabeza le indicará su latitud, y si conoce la hora de Greenwich, en ese momento sabrá también a cuántos grados se halla de éste. La latitud se indica por el *paralelo*, circunferencia paralela al ecuador; la longitud o *meridiano* es un círculo que va de polo a polo. Para determinar exactamente su posición, el navegante debe saber dos cosas: su latitud y su longitud.

LA LONGITUD, PROBLEMA DE HORARIO

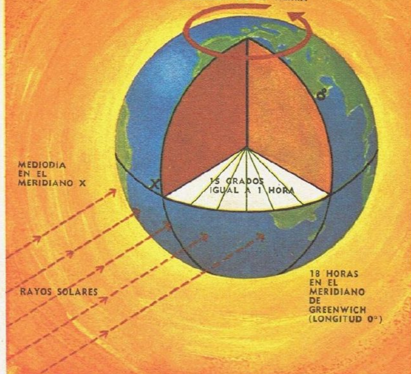
Para hallar la longitud (o sea el número de grados al este o al oeste del meridiano de Greenwich), el navegante determina la hora exacta en que el Sol pasa por el meridiano correspondiente a *su* propia posición (*su* mediodía). Supongamos que coincida con las 18 horas en Greenwich. Esto significaría que la Tierra ha empleado 6 horas (de las 12 a las 18 horas) en girar desde la posición en que el Sol enfrentaba el meridiano de Greenwich, a la que está exactamente



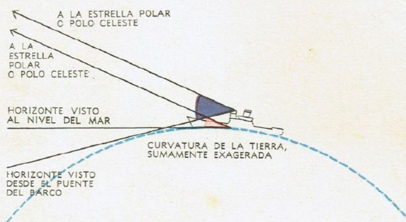




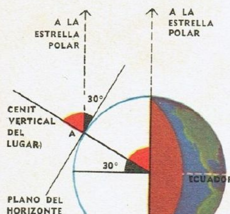
Manejo del sextante. El Sol se refleja en dos espejos. La horizontal es la línea del horizonte. Para determinar la elevación del Sol se mueve el espejo superior hasta ver su imagen. Luego se lee el ángulo sobre el limbo. En el mar, la altura se determina con la precisión de 1 décimo de minuto, y el meridiano con la de 1 décimo de grado. En aviación, el error es diez veces mayor: 1 minuto y 1 grado, respectivamente.



El navegante anota el paso del Sol por su meridiano 6 horas después de haber pasado aquél por el de Greenwich (0°). En 24 horas la Tierra completa una revolución, es decir, 360°. Entonces, en una hora gira 15°, y en 6 horas, 90°; en consecuencia la longitud del lugar es 90° al oeste de Greenwich. El navegante necesita siempre un buen control de la hora.



Al determinar un ángulo sobre el horizonte influye la altura del observador sobre el nivel del mar. La lectura obtenida desde el puente del barco (ángulo azul) es mayor que la lectura correcta (ángulo amarillo). Tablas especiales corrigen esos errores.



EL ÁNGULO FORMADO POR LA ESTRELLA POLAR CON EL HORIZONTE ES IGUAL A LA LATITUD DEL OBSERVADOR, o sea, su distancia al ecuador medida en grados. Por ejemplo, la latitud del punto A es 30° norte. Los ángulos rojos de la figura son iguales. Cada ángulo negro es su complemento a 90°, por lo cual son también iguales. Entonces, el ángulo de la estrella polar, o el polo celeste, con la línea del horizonte es igual a la latitud del lugar.

sobre el suyo. Como la Tierra completa una revolución (360°) en 24 horas, aproximadamente, se deduce que gira 15° por hora. Si el mediodía llega 6 horas después del de Greenwich, la posición deberá ser 90° al oeste ($15° \times 6 = 90°$). Debe ser longitud *oeste*, de acuerdo con el movimiento aparente del Sol.

LA LATITUD, PROBLEMA DE HORIZONTE

Se puede determinar la latitud en forma sencilla, midiendo, por la noche, el ángulo entre el horizonte (la horizontal) y el polo celeste, norte o sur, según el hemisferio. Como nos muestra la figura, este ángulo es igual a la *latitud* del observador. Si el ángulo entre el horizonte y el polo es de 30°, entonces su latitud será 30° norte. En el hemisferio norte se utiliza la estrella polar, que casi coincide con el polo celeste.

EL INSTRUMENTAL

Los dos aparatos fundamentales para la orientación astronómica son, pues, el *cronómetro*, que indica la hora Greenwich, y el *sextante*, dispositivo para medir ángulos. Hoy, las señales radiotelefónicas sustituyen o controlan los relojes. El sextante consiste en un sector circular, bastidor graduado que abarca entre 60° y 120°. Un pequeño anteojo posterior apunta al cristal "del horizonte", transparente en una mitad y convertido en espejo en la otra. Un brazo radial se desliza sobre el limbo graduado. Lleva otro espejo más, "de índice", que refleja la imagen del Sol sobre el primero, que, a su vez, lo envía al catalejo. Apuntando al Sol y manteniendo nivelado el instrumento, el observador mueve el brazo con el segundo espejo hasta ver la imagen del Sol exactamente a la altura del horizonte, que percibe a través de la parte transparente del primer cristal. Conseguido esto, la parte inferior del brazo indicará sobre el limbo el ángulo de elevación del Sol.

El principio del sextante es que, después de estas dos reflexiones, la imagen permanece fija aunque el instrumento se mueva. De allí la utilidad del sextante a bordo, donde son inevitables los cabeceos y rolidos.

En los aviones, la altura impide apreciar el horizonte real. Por eso sus instrumentos (llamados *octantes* porque la escala curva abarca solamente un octavo de círculo) poseen un horizonte artificial, que es un nivel de burbuja, un péndulo o un giróscopo. Este equipo no es muy exacto y por eso se promedian varias lecturas.

ASPECTOS PRÁCTICOS

Adelantos actuales. — Es sabido que el giróscopo (una especie de trompo perfeccionado) tiende a conservar invariable su eje de rotación. En 1908 se introdujo el girocompás, que usa la rotación y la gravedad para ubicar exactamente el eje de la Tierra. Actualmente, se lo combina con aparatos electrónicos que permitieron viajes como los del *Nautilus* y del *Skate* debajo de los hielos polares sin ninguna referencia visible. Los explicaremos más adelante.

Limitaciones del sextante. — En el mar, el navegante necesita ver algún cuerpo celeste conocido y disponer de un horizonte visible; por lo tanto no puede utilizar el sextante a ciertas horas. En el avión, el horizonte artificial dispensa al piloto de la necesidad de ver el horizonte y le permite utilizar el sextante de noche.

Mapas y catálogos. — En los sextantes hay filtros para reducir el brillo del Sol. Además se edita una selección de posiciones del Sol, la Luna, de cuatro planetas y de varias estrellas, que sirvan de referencia a los navegantes en los casos de emergencia. En el almanaque náutico suelen figurar unas 170 estrellas; en el almanaque aéreo, menos de 60. Debe, además, tenerse en cuenta que todos los planetas y la Luna se mueven en recorridos que no se apartan de 8° del plano de la eclíptica, que se inclina de 23,5° sobre el ecuador; es esa banda de 8° al sur u 8° al norte lo que se denomina el *zodíaco*.

Resumen. — En definitiva, la Tierra es, idealmente, una esfera, y también lo es la esfera celeste. Las líneas de la Tierra (ecuador, paralelos, meridianos) se proyectan imaginariamente en el cielo, donde están las estrellas fijas, cuya posición se conoce. El sextante permite al observador determinar la ubicación del polo celeste, de un cuerpo celeste conocido y del punto que está sobre su cabeza o cenit, por donde pasa el meridiano. "Situado" así en la esfera celeste, obtiene por proyección su posición en la esfera terrestre.



Luis Pasteur (1822-1895) con sus famosos frascos de cuello de cisne, que permitían la entrada del aire pero impedían la penetración de bacterias.

PASTEUR y la inmunología

Junto a la fisiología, cuyo padre fue Claude Bernard, en el siglo pasado nace una nueva ciencia, *la bacteriología*, creada por un genio que como Ehrlich, el vencedor de la sífilis, no era médico.

EL QUÍMICO

Luis Pasteur era químico. Muy joven, descubrió en la fermentación del vino compuestos químicamente iguales, pero simétricos, como son dos imágenes en un espejo. Su clarividencia le mostró rápidamente que los organismos vivos formaban unos u otros de estos compuestos.
Los problemas de fermentación de los industriales de la zona de Lila, de cuya facultad Pasteur era ya decano, lo llevaron a aislar el agente perturbador, que fue el primer "microbio" (el nombre se creó mucho más tarde).

EL BACTERIÓLOGO

Poco después, Pasteur descubrió la causa de la transformación del vino en vinagre y aisló su agente; luego mostró que bastaba agua, azúcar y dicha bacteria para producir el vinagre, es decir, que lo que antes se creía necesitar una fuerza vital especial no era más que el proceso nutricio de una bacteria.

PUTREFACCIÓN E INFECCIÓN

Antes de Pasteur, Spallanzani y otros habían atacado la idea de la generación espontánea. Pero los sabios seguían creyendo que las putrefacciones, las fermentaciones y los microorganismos que se observaban en las sustancias alteradas, eran efectos del aire, que se debían al oxígeno u a otras sustancias contenidas en él. Con matraces de cuello muy delgado por los que podía penetrar el aire, pero que retenían las bacterias, el sabio demostró en forma concluyente que una sustancia libre de microorganismos no fermentaba si éstos no podían alcanzarla. De allí surgió el método llamado *pasterización* que consiste en calentar los alimentos y luego preservarlos de los microorganismos, hasta el momento de consumirlos.
Su conocimiento de los microbios lo llevó a curar enfermedades del gusano de seda y ocuparse, poco a poco, de temas que tenían relación con las enfermedades.

LA VACUNACIÓN

Pasteur tuvo entonces la idea audaz y genial de la vacunación. Su primera experiencia, coronada por el éxito, fue la de la enfermedad del carbunco en los ovinos. Luego descubrió el estafilococo, el estreptococo, el neumococo. Comprendió que el organismo se defiende fabricando sustancias que neutralizan al microbio, y su descubrimiento más popular —aunque no sea el más importante— fue el de la vacuna contra la rabia.

Desde entonces, rodeado de la admiración y del reconocimiento universal, Pasteur entró viviente en la inmortalidad.

La *inmunología* es la ciencia de la inmunidad. Ésta consiste en que un organismo que ha sufrido el ataque de un determinado microbio, aprende a producir anticuerpos capaces de neutralizarlo. Esto no ocurre con todas las enfermedades, pero sí con muchas de ellas, que por esta razón se padecen una sola vez en la vida. La idea genial del químico consistió en dar, preventivamente, microbios de virulencia atenuada con el fin de prevenir la aparición de las enfermedades.

La vacunación contra muchos males es hoy corriente.

La humanidad no fue ingrata con Pasteur; pero los cuerpos de los millones de dolientes que por él se curaron son los verdaderos monumentos consagrados a su memoria.

EL CORTE DE METALES CON SOPLETE

OXÍGENO

ACETILENO

MEZCLA DE AMBOS GASES

Vista, en corte, a través de un soplete oxiacetilénico. El combustible y el oxígeno se mezclan en el soplete para producir la llama de alta temperatura. El oxígeno para el corte sale por el centro.

El agente de la combustión es el oxígeno. En el aire sólo la quinta parte es oxígeno, y el resto es inerte. Por esta razón, en oxígeno puro muchas sustancias arden violentamente, por ejemplo, el hierro al rojo.

Para lograr llamas de temperaturas muy elevadas, los gases más utilizados para arder en el oxígeno puro del soplete son el hidrógeno, el acetileno y el propano. Un volumen de acetileno mezclado con dos volúmenes y medio de oxígeno da una llama de 2.800 a 3.330° C., temperatura muy superior a la necesaria para fundir el acero.

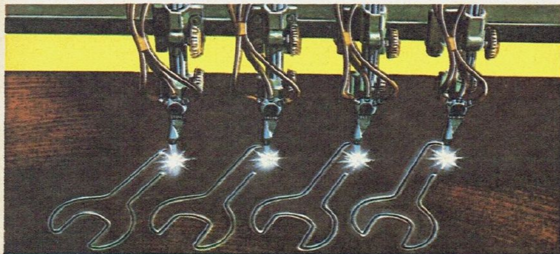
El soplete que se emplea para cortar metales, consiste, fundamentalmente, en un tubo con varios conductos donde el gas combustible y el oxígeno se mezclan antes de arder. El chorro de gases premezclados sale ardiente del soplete, en forma de llama muy fina y extremadamente caliente.

Existen sopletes de baja presión en el que el arrastre de los gases se hace por medio del oxígeno, y sopletes de alta presión en los que ésta es tanto mayor cuanto más grande es la boca del mismo.

EL CORTE DE METALES

El corte que más se practica, desde el corte de vigas hasta el trabajo en los astilleros, es el térmico, es decir el que nos ocupa ahora. El soplete puede realizar trabajos pesados con buena precisión dimensional, indispensable en los astilleros.

Lo que resulta imprescindible retener es que, una vez iniciado el corte, *la temperatura es mantenida por la simple oxidación del acero*; y como los óxidos del hierro o del acero funden a menor temperatura que el metal, el corte es limpio. Por lo tanto el operario aplica



Sopletes de oxipropano montados en una máquina de corte automático. Los sopletes reproducen con gran precisión, sobre la plancha de acero, la forma deseada.

la llama a la pieza de metal hasta ponerla al rojo, y luego lanza un chorro de oxígeno puro sobre la superficie metálica a alta temperatura. El metal se quema en el oxígeno y su óxido se funde instantáneamente. El manejo del soplete puede ser manual o automático cuando se cortan piezas en serie.

GASES Y METODOS

De los tres gases citados, hidrógeno, propano y acetileno, es el propano el que adquiere cada vez mayor importancia, debido a su bajo costo. El propano es un gas natural que se extrae de los pozos petrolíferos. El acetileno se prepara echando en agua carburo de calcio; es muy inflamable, explosivo y peligroso. Todos estos gases y el oxígeno se conservan en cilindros a gran presión; hay válvulas que regulan la velocidad de salida por la boca del soplete. El operario debe proteger sus ojos de las chispas mediante anteojos, y su rostro de las quemaduras mediante una máscara.
¿Existen otros métodos térmicos para cortar metales aparte del soplete que estamos describiendo? En efecto, el sistema de quemar mediante el oxígeno sólo sirve para aceros o sus aleaciones con poco cromo. El cromo forma con el oxígeno óxidos muy refractarios, y entonces es necesario inyectar hierro pulverizado para aumentar el porcentaje de éste; en otros casos se añade bicarbonato de sodio, cuya acción es la de un fundente; es decir, que baja la temperatura de fusión.
Los otros métodos térmicos son el arco eléctrico entre electrodos de tungsteno: se calienta un chorro compuesto de dos partes de argón y una parte de hidrógeno, lo que permite proyectar una mezcla terriblemente caliente. Este método es extraordinariamente veloz.
Por último, también se usan los electrodos de carbón y un chorro de aire comprimido, que se calienta en el arco y luego funde el metal.

¿QUÉ ES UNA LLAMA?

Si en un balón se mezclan oxígeno e hidrógeno y se acerca una llama, el balón estalla. En el soplete el hidrógeno se quema en el oxígeno sin estallidos, porque la llama es una explosión controlada: científicamente se dice que la llama es un frente de reacción en un medio gaseoso alimentado, en forma continua, por los gases que se combinan. Se entiende que la llama puede arrastrar partículas sólidas y líquidas. Cuando falta oxígeno a una llama ésta se vuelve amarilla: es una llama reductora que "roba" oxígeno. Cuando tiene suficiente oxígeno suele adquirir un color azul: es una llama oxidante, que entrega oxígeno.
Es necesario saber que hay llamas muy calientes que dan muy poca luz, como la llama del hidrógeno; y además, que la llama no calienta por radiación sino sólo por el efecto directo de los gases calientes. De allí que el aire deba circular en los hogares para que se calienten las habitaciones.
En el soplete, como en el mechero de Bunsen, la mezcla previa de los gases aumenta la eficiencia de la llama. El chorro puede ser laminar como un chorro de aceite (mechero de Bunsen) o turbulento por la salida violenta (soplete).

PERSPECTIVAS

El corte de metales o materiales cerámicos similares está en continuo progreso debido a la aparición de materiales nuevos. Así, se utilizan ahora el uranio y el circonio para la energía nuclear; las aleaciones que funden a muy altas temperaturas para las cámaras de combustión de los reactores de aviones; y las aleaciones especiales para la petroquímica. Por otra parte el estudio de las llamas, así como el de la aluminotermia y otras formas de trabajo al calor, como la inducción o el bombardeo electrónico, progresan aceleradamente debido a la importancia que adquiere la soldadura por fusión: la supresión de los roblones, por ejemplo, mejoró en mucho la velocidad de las naves.



TAXONOMÍA

ACELOMADOS

Además de los Platelmintos o gusanos chatos, hay varias otras clases de animales sin celoma, o cavidad interior, separada del tubo digestivo. Los vamos a considerar separadamente.

Nematodos. Nematelmintos o gusanos redondos. Subreino de animales no ciliados, frecuentemente parasitarios. Ejemplo: **ascaris** (1, 2). Otros viven en el suelo y, a menudo, dañan las raíces vegetales. Poseen una cutícula flexible, y grandes células con vacuolas rellenan los espacios entre los órganos. Los sexos suelen ser separados.

Nemerteanos. Subreino de gusanos ligeramente aplanados y ciliados. Los vacíos del cuerpo están rellenos con células de **parénquima.** Por lo general viven en el mar. Es característica su trompa adyacente al tubo digestivo, que se proyecta para capturar presas, como hacen los celentéreos mediante sus nematocistos. Ejemplo: **lineus** (3).

Nematomorfos. Subreino de pequeños gusanos finos como cabellos, que difieren poco de los nematodos. Por lo general son parásitos de insectos, y pueden pasar por uno o más huéspedes durante su ciclo de vida. Ejemplo: **gordius** (4).

Acantocéfalos. Subreino de gusanos, similares a los nematodos; pero con su trompa ganchuda se prenden de la pared intestinal del huésped. Hay dos huéspedes en su ciclo vital, un artrópodo y un vertebrado (generalmente un pez). Ejemplo: **neochinoryncus** (5).

Rotíferos. Subreino de pequeños animales con un disco ciliado para su locomoción y nutrición. Viven en agua dulce, y a menudo se los confunde con protozoos. Ejemplo: **hydatina** (6).

Gastrotriquios. Subreino de diminutos animales, semejantes a gusanos con cilias y espinas. Viven en el agua y se alimentan de protozoos. Ejemplo: **chaetonotus** (7).

Quinorrinquios. Subreino de animales, similares a los anteriores, pero marinos y carentes de cilias. Ejemplo: **echinoderes** (8).

Priapúlidos. Subreino de gusanos de mar con una gran cavidad hemocelómica. Ejemplo: **priapulus** (9).

Endoproctos. Subreino de animales que suelen vivir en colonias, en agua dulce o salada. Ejemplo: **pedicillina** (10) que a menudo forma incrustaciones en las algas marinas.

NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

CATAFOTAS

Es el nombre comercial de una **catadioptría,** valiosa para el tránsito nocturno en las carreteras. En efecto, **esas catadioptrías devuelven al foco que emitió la totalidad de los rayos de luz que reciben, cualquiera sea la posición de éste.** Cuando los faros de nuestro automóvil iluminan una señal provista de catafotas, vemos muy claramente la indicación pues la luz vuelve sin dispersarse. Las catadioptrías se componen de tres espejos en ángulo recto y reflejan paralelamente a sí mismo cualquier rayo que reciben. Las catadioptrías traseras de los vehículos suelen componerse de una lente acoplada a un espejo. En su acepción amplia las catadioptrías se utilizan en el moderno telescopio Schmidt y otros aparatos recientes.

LA NUEVA MEDICINA, MERITOCRACIA DEL MILAGRO (1º Parte)

El salto que ha dado la medicina en los últimos 25 años ha sido prodigioso. Lo expondremos en sucesivas notas. Hoy nos ocuparemos del aspecto técnico y humano.

Progresos científicos. Cuando existía un remedio único para varias enfermedades, era tarea académica diagnosticar cuál de estas últimas padecía el enfermo. Hoy los medicinas son variadas y efectivas, los métodos de diagnóstico son exactos, los conocimientos son muy amplios. Un buen índice de la eficacia de la medicina actual es el descenso de la mortalidad perinatal, que es la que tiene lugar antes del parto y hasta después de un mes de éste. En los países nórdicos la disminución de las visitas de los médicos a domicilio se considera también un signo de mayor eficacia. Pero el hecho es que hoy predomina la especialización: existe una profesión de anestesista, una profesión de patólogo que en pocos minutos, durante una operación, debe dar un diagnóstico, etc.

Aspecto profesional. Antiguamente las especialidades eran naturales, dictadas por razones anatómicas (como por ejemplo garganta, nariz y oído), o por la presencia de los primeros aparatos especiales (como fue el caso de los radiólogos). Actualmente, más de la mitad de los médicos son especialistas, y ello en parte se justifica porque las drogas actuales son tan efectivas que pueden resultar peligrosas. Por otra parte la necesidad de aparatos y la creciente especialización ha triplicado a los médicos-empleados y ha hecho declinar su condición social en el preciso momento en que se necesita más calidad, más organización y más entrenamiento.

La posición del paciente. El problema del paciente es, en primer lugar, seleccionar al especialista: un dolor de espalda puede requerir un ortopedista, un urólogo, un cardiólogo, etc. De allí que sea indispensable para él la subsistencia del médico clínico general que lo oriente. El segundo aspecto es el del costo: primeramente porque el cuidado adecuado del enfermo requiere mucho tiempo del médico; y, en segundo lugar, porque los nuevos métodos de diagnóstico y curación son onerosos. De allí que aumente la asistencia médica por parte de sindicatos, empleadores y compañías de seguros; pero esas entidades se ven obligadas a intervenir en el tipo de tratamiento aplicado para evitar costos excesivos, lo que provoca rozamientos con los médicos. No olvidemos tampoco que, desde el punto de vista social, el aumento de las personas de edad representa un gran incremento de tareas para la medicina.

Los hospitales. El menor hospital, como el médico rural, enfrenta problemas muy variados. Sin hablar de la cirugía cardíaca que requiere centros ultraespecializados, abundan aún los hospitales de 25 camas, y en todo caso los que poseen menos de 100, y que no justifican de ninguna manera su división en los servicios esenciales que supone la medicina moderna. No hay que olvidar que cuando se admite un paciente en un hospital es porque se supone que necesita atención especializada. La única fórmula que hasta ahora ha permitido conservar la personalidad del médico es la formación de grupos de especialistas que se pasan unos a otros amplios informes sobre sus enfermos.

El lado profesional. Todos los trabajos actuales muestran que el adiestramiento previo en los hospitales es fundamental. El segundo punto importante es la buena preparación de las enfermeras y de otros asistentes para médicos; la arquitectura de los nuevos hospitales tiende a que éstos tengan forma de torres cilíndricas con el lugar para las enfermeras en el centro, de manera que éstas se hallen a pocos pasos de cada uno de los pacientes. El clínico general, con todo, sigue siendo para el paciente el hombre de confianza y el orientador indispensable.
Por último, no olvidemos que la profesión médica es la única en que, después de su trabajo diario, los profesionales se reúnen para confrontar sus casos y que a altas horas de la noche, antes de retornar a sus domicilios, suelen hablar por teléfono para saber si alguien los necesita.



CORREO DE LECTORES

EL TRASPLANTE DE ÓRGANOS

¿Es cierto que se injertan órganos con probabilidades razonables de éxito? (A.S.)

Se acaba de informar sobre el caso de un joven que lleva, hace 16 meses, el riñón de una persona muerta. Pero el tema es muy complicado y lo dividiremos en secciones.

Autoinjerto. En un mismo individuo se pueden trasplantar partes de su cuerpo a distintas regiones: este procedimiento se utiliza corrientemente en cirugía plástica. La dificultad en el heteroinjerto (entre dos individuos distintos) reside en que el hombre tiene 23 pares de cromosomas, que son los que forman los caracteres hereditarios de nuestra célula inicial; aunque los cromosomas fueran simples —y distan mucho de serlo— el número de combinaciones sería tan asombrosamente elevado que es prácticamente imposible, como en las impresiones digitales, encontrar dos personas absolutamente iguales.

Los gemelos idénticos. Hay dos clases de mellizos: los "idénticos" que provienen de una división accidental del óvulo fecundado que debía dar una sola criatura; y los mellizos comunes, que no son más que hermanos que coincidieron en el mismo tiempo y en la misma madre. Los injertos entre gemelos idénticos prenden con la misma facilidad que los autoinjertos. Si el protocolo del parto dice "una sola placenta", serán gemelos idénticos. Si hay dos placentas, son mellizos comunes.

La tolerancia al injerto. Un informe muy reciente de los profesores J. G. Howard y Donald Michie, de la Universidad de Edimburgo, muestra que se produce una alergia al tejido de otro individuo en la misma forma en que se producen las reacciones de inmunidad ante los microbios; más aún, la intolerancia aumenta, y se observa en los animales que el segundo injerto se desprende con mucha mayor rapidez que el primero. Ahora bien, como los anticuerpos están presentes en la sangre, se comprende que los tejidos que se nutren por imbibición, como la córnea, o los que tienen muy escasa irrigación, como los huesos, se injerten con más facilidad.

Técnicas actuales. Se busca aumentar las probabilidades a favor del órgano injertado y, para ello, se recurre a lo siguiente: a) suele enfriarse al moribundo a cerca de 20° para que el órgano que debe ser trasplantado, al encontrarse a menor temperatura, tenga más probabilidades de supervivencia; b) se aumenta la celeridad del trasplante; c) se trata de evitar el rechazo por diversos medios, que son los siguientes: los rayos X, que atenúan el poder de las células, así como en la vacuna se atenúa el poder del microbio; la aziathioprina, que es un nuevo supresor de inmunidad; la actinomicina C, que como todos los antibióticos inhibe la división celular, pero que es tan enérgica que se está empleando contra ciertos cánceres; y, por último, las sustancias del tipo de la cortisona que, como se sabe, son sustancias antiinflamatorias.

RESONANCIA Y MAREAS

Tengo entendido que las mareas se deben a la acción del Sol y de la Luna. ¿Es por ello por lo que hay dos mareas por día? (N.G.)

No. A menudo el Sol y la Luna estan juntos en la estera celeste. La fuerza de la Luna sobre el mar es de apenas 1 gramo por cada 9.000 kg., y la del Sol es la mitad; por lo tanto la Luna podría producir una marea de, escasamente, 2 cm. de altura. Las mareas que observamos se deben a una acumulación, a través de los siglos, por un fenómeno llamado de **resonancia:** cuando usted empuja a



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

un niño en un columpio, si lo hace siguiendo el ritmo de éste, poco a poco aumentará la amplitud de las oscilaciones. Pero el ritmo será siempre el del columpio y no el que usted le quiera imprimir. Lo mismo ocurre con los océanos, que tienen un ritmo propio de casi 12 horas y media, es decir, de dos veces a cada paso de la Luna, en la mayoría de las regiones del globo. Pero existen lugares, como en Indochina, donde hay una sola marea diaria.

SABORES REFORZADOS

¿De qué se componen los nuevos ingredientes que según se dice mejoran el sabor de las comidas? (E.T.B.)

Se trata del glutamato monosódico, sal del ácido glutámico, que es una sustancia muy común en los seres vivos. Hace ya muchos siglos que integra la dieta habitual en Extremo Oriente; allí se lo mezcla con la sal común para ponerlo al alcance del bolsillo de los más pobres.

Acción. - El glutamato monosódico acentúa el aroma, el "bouquet", el sabor de los alimentos en cuanto éste se distingue del gusto propiamente dicho. No es un condimento, no es un sabor artificial; simplemente desarrolla, como la sal, el gusto propio de los alimentos. En otros términos diríamos que su misión es el de excitar las papilas gustativas. Su acción, su énfasis especial se ejerce sobre el pescado, la carne, las aves y las legumbres.

Preparación. - Las dos fuentes más comunes son las algas de mar y el gluten de cereales. Últimamente dos fábricas han puesto en marcha un procedimiento microbiológico; esto no debe asombrar pues muchas bebidas, el pan y gran cantidad de productos medicinales dependen de procesos realizados por microbios. Existe también un procedimiento sintético y conviene explicar por qué no es práctico. En efecto, fue el gran Pasteur quien demostró por primera vez que existen sustancias orgánicas aparentemente idénticas que sólo difieren entre sí porque están orientadas diferentemente, como lo está un objeto con respecto a su imagen en el espejo. En otras palabras, unas se orientan hacia la derecha y se llaman **dextrógiras,** otras se orientan hacia la izquierda y se llaman **levógiras.** Una imagen cómoda sería la de un sacacorchos: el sacacorchos común penetra en el tapón con un movimiento similar al de adelantar un reloj; pero nada impediría fabricar un sacacorchos cuyo sentido fuera inverso. Ahora bien, es muy común que en los organismos sólo sea activa una de las dos formas, la levógira o la dextrógira, en determinada sustancia. Los organismos vivientes elaboran, según los casos, exclusivamente la forma levógira o la dextrógira. Pero en los procesos sintéticos lo común es obtener una mezcla de ambas, y la separación es difícil.

Usos. - A pesar de su extenso uso doméstico, el mayor consumo corresponde a las fábricas de alimentos. Entre éstas, las que más se valen del glutamato monosódico son las que producen sopas concentradas y "en cubos". El glutamato monosódico es inofensivo y su uso no se prohíbe en ningún país del mundo.

TURISTAS ANTIPREHISTÓRICOS

¿Es cierto que los hongos destruyen los admirables frescos rupestres de Altamira? (R.A.T.)

De todas las grutas de la zona de los Pirineos, sólo está amenazada la de Lascaux, "capilla sixtina de la prehistoria", porque es pequeña y la visitaban más de 1.200 turistas por día. Sus frescos, que se conservaron en perfecto estado durante milenios, fueron súbitamente atacados por un alga común, la **Chlorella vulgaris.** Era previsible que ello sucediera. Un turista exhala humedad y anhídrido carbónico, y necesita luz para ver los frescos. Una planta, como el alga, vive a base de luz, humedad y anhídrido carbónico. Por ello se desarrollaron las algas. Se encaró construir un túnel en plexiglás, pero hubiera desnaturalizado la gruta; se habló también de una copia "Lascaux-bis", idea lamentable. Los alguicidas fracasaron. Los problemas de salvaguardia de esos tesoros prehistóricos eran tales, que las grutas de Lascaux se cerraron por tres meses para estudiar a fondo el problema y renovar quizá el sistema de acondicionamiento de aire, que funcionaba desde 1950.

PLATOS VOLADORES

¿Sa sabe algo nuevo acerca de los platos voladores? (J.L.M.)

Para la mayoría de los científicos este asunto no fue más que una ilusión colectiva. Desde hace varios años no se publican estudios realmente nuevos. Sin embargo, un investigador francés descubrió algo muy interesante acerca de la ola de testimonios que se produjo entre septiembre y octubre de 1954. Claro está que podía tratarse de ilusiones coincidentes, pero al ubicarlos geográficamente descubrió que se situaban sobre la línea que va de Vichy a Bayona; y cuando añadió los testimonios de otras regiones, es decir, Portugal, norte del Brasil, Argentina, Nueva Zelandia, Nueva Guinea oriental e isla de Formosa, encontró que todos se ubicaban sobre un mismo círculo máximo terrestre como si un misterioso vehículo hubiese seguido una trayectoria recta bien definida. Desgraciadamente el autor no nos indica cuántos testimonios quedaron "fuera de línea".

Queda abierto este expediente de los cuerpos celestes no identificados e informaremos acerca de cualquier novedad significativa que se presente.

Y PARA CONCLUIR...

AZAR Y GENIO

El sacerdote René-Just Haüy fundó la cristalografía. Un día de 1780 rompió por azar un cristal de calcita perteneciente a un amigo, y observó que el plano de ruptura era una cara aún más brillante que las naturales. Fue desprendiendo nuevos fragmentos y poco a poco se formó un sólido cuyas caras eran todas rombos. Un año después publicaba la obra madre de la cristalografía, en la que se lee: "cuando el viajero ve de lejos las pirámides de Egipto sus caras triangulares le parecen lisas; al acercarse descubre que la forman enormes bloques en escalera". La moderna difracción de rayos X muestra que no existe ese "ladrillo elemental", pero confirma que hay un "motivo" o malla cristalina concordante con las hipótesis que Haüy adelantó, tan magistralmente, en su época.

LO MÁS BRILLANTE DEL UNIVERSO

Nuestra galaxia es la Vía Láctea, que contiene unos cien mil millones de estrellas entre las cuales se cuenta nuestro Sol. Los astrónomos del Monte Wilson acaban de descubrir otras cinco galaxias, tan brillantes que se creía que eran estrellas de nuestra propia Vía Láctea. Dos de ellas brillan cien veces más que nuestra galaxia y están sufriendo tremendas explosiones; se encuentran a unos diez mil millones de años-luz de distancia. Las otras tres parecen estar a unos cuatro mil millones de años-luz. Quizá por eso no deberíamos decir que "brillan" más que nuestra Vía Láctea, sino que "brillaban", porque la luz que percibimos ahora corresponde a algo que ocurrió hace muchísimo tiempo.

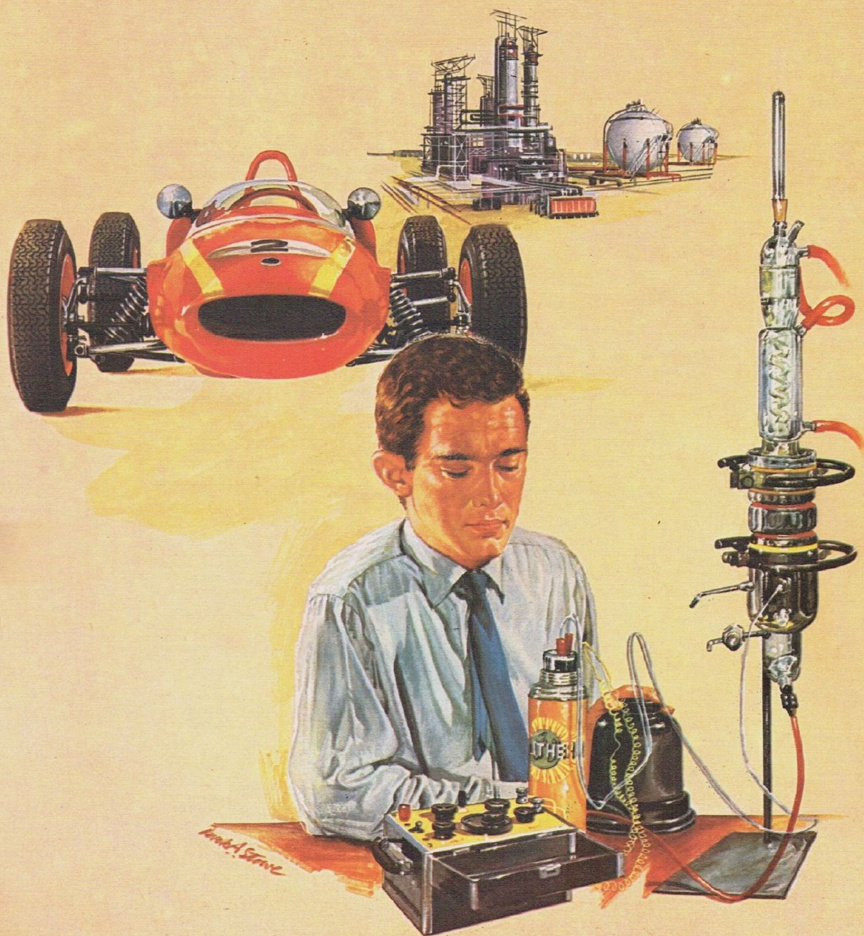
¿POR QUÉ PROGRESA LA ARQUEOLOGÍA SUBMARINA?

Los hombres-ranas descubren restos que quedaron protegidos de los saqueos y del vandalismo, lo que es muy importante. Además aprendemos mucho sobre la técnica de la construcción naval de los antiguos, que se desconocía en gran parte. El lugar más favorable es el Mediterráneo por la ausencia de mareas y porque a lo largo de sus costas tropicales (antiguamente la navegación era costera) los restos quedan muy pronto envueltos en una caparazón calcárea que los protege. El célebre **Artiglio** comenzó en 1950 la búsqueda sistemática con el equipo necesario y la difícil especialización requerida.

Nº 7

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: Dr. Clark KENNEDY (Decano Fac. Medic. Londres), organismos infecciosos. Louis GALLIEN (Prof. Fac. París), parasitismo. Carlo CIPOLLA (Prof. Univ. Turín), población y parásitos. W. HEISENBERG, Premio NOBEL (Dir. Max Planck I. für Physik, Alemania Federal), aceleradores lineales. P. GRASSÉ (Dir. Lab. Fac. Ciencias París), insectos vectores. P. FLEURY (Dir. Inst. ópt. aplicada, París), espejos. U. A. COHEN (Lab. Biol. Médica Univ. Leiden, Países Bajos), enfermedades transmisibles. J. B. ADAMS (Dir. Divis. Syncrotrón del CERN, Ginebra), aceleradores. Michael OWENDEN (Secret. Royal Astronomical Society), órbitas planetarias. Lionel LAMING (Ing. Aeronáutico, Bruselas), acción y reacción. Edward B. WILSON (Prof. Univ. Harward), valencia. Andrée GOUDOT (Investigadora del CNRS), resinas inter-iónicas. Dr. Russel K. EDWARDS (Prof. Inst. Tecnológico Illinois), óxidos. A. K. SOLOMON (Lab. Harvard), aceleradores de partículas. H. WEISS (Dir. Ecole Nat. Pétrole), petróleo. J. L. JAEGER (Ing. Geólogo, Zurich), óxidos. Dr. Paul E. DAMON (Prof. Univ. Arizona), oxígeno. J. LACHNITT (Ing. Aeronáutico), hornos solares. P. COUDERC (Obs. Montlucon), Kepler. Prof. Robert G. PARR (Inst. Tecn. Carnegie), Valencia.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo al que corresponden.

Publicado en Argentina por

EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES

CODEX

TOMO I
AÑO I
Nº 7

SUMARIO

Distribuidores, Agentes de Suscripciones y Venta de Números Atrasados, ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana S. A., Carrera 7ª nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924. San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S. A., Santo Domingo 1175, Santiago. **EL SALVADOR:** Distribuidora Salvadoreña S. A., Av. España 344, San Salvador. **ESPAÑA:** Central Española de Publicaciones S. A., Balmes 96, Barcelona. **GUATEMALA:** De la Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Srta. Hortensia Tijerino, Salvador Mendieta 111, Tegucigalpa. **MÉXICO:** Distribuidor Dispublex S. A., Dir. responsable Marcial Frigolet, Hamburgo 108, México D. F. **NICARAGUA:** Elías Argeñal (h.). **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S. A., Jirón de la Unión 284, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Compañía Uruguaya de Ediciones S. A., 25 de Mayo 620, Montevideo. **VENEZUELA:** Venezolana de Publicaciones C. A., Princ. a Sta. Capilla 4, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA:

EL PETRÓLEO. — Trabajo de laboratorio, unidad de destilación y automóvil de carrera

Correo Apartado Central B | TARIFA REDUCIDA | Nº 7271

NOTICIAS DE HOY

Yacimiento inesperado. — Al llegar a los 1.600 m., un pozo de investigación geotérmica en el Valle Imperial de California, produjo bruscamente agua a 370ºC. de temperatura y un porcentaje jamás visto de minerales y metales. Contiene solamente de plata pura 13 kg. por tonelada.

Arrecifes de coral, sueño de biólogos. — Las madréporas, como todos los celentéreos, son los parientes pobres de la biología. Esos constructores de rocas son tan frágiles que su vida en cautiverio es casi imposible. Necesitan sal, y por ello no se los encuentra en la desembocadura de los ríos. Necesitan temperaturas siempre superiores a 17º C., y por ello no existen donde hay corrientes frías. Y necesitan agua con mucho oxígeno, como hay en los rompientes espumosos de los atolones, y por eso los arrecifes progresan hacia afuera dejando una laguna en su interior.
Estos ramilletes de flores o plumas de carne son de varios tipos. En las madréporas el esqueleto calcáreo es interior y la carne se ajusta a él como un guante; en cambio corales elementales viven en celdillas de un esqueleto calcáreo externo, y en ellas se ocultan. Ya funciona en Nueva Caledonia un acuario especial, único en el mundo, para estos animales. Algunos, que ya eran fluorescentes en la penumbra de casi 40 metros de profundidad, brindan verdaderas explosiones de fuegos artificiales de color cuando se los ilumina con luz ultravioleta o "luz negra". Esta experiencia debe ser esporádica, porque los animales se agotan y mueren. Pero la fluorescencia ha permitido ya identificar nuevas variedades, y el estudio directo en el acuario nos familiariza con estos animales-planta, una de las ramas más importantes de la zoología.

NO TODOS SABEN QUE . . .

● El "paria" de las semillas es la de la orquídea. Aunque se trata de una dicotiledónea, carece prácticamente de cotiledones, es decir de reservas nutritivas, y necesita que un hongo la ayude a germinar. ● Confirmando a Einstein, a gran velocidad la energía tiene masa: un electrón en reposo pesa siete veces menos que otro que se mueve a 280.000 Km. por segundo. ● Fue Charles Sédillot, cirujano retirado, quien en 1878 inventó la palabra "microbio". ● Una langosta o saltamontes come diariamente su peso en plantas verdes; forma mangas de hasta 60.000 toneladas o sea de siete mil millones de individuos. ● En los últimos años se prepararon once elementos artificiales, pero además se obtuvo más de un centenar de isótopos, o sea elementos iguales con núcleo de distinta masa. ● A pesar de los problemas de fabricación y de conservación de filos a base de carburo de cromo, las cuatro mayores fábricas del mundo lanzan ya hojas de afeitar de acero inoxidable.

NOTICIAS DE MAÑANA

Deficiencias mentales. — Existe un defecto congénito, la **fenilacetonuria**, que proviene de la incapacidad de asimilar la **fenilalamina**, elemento nutritivo indispensable. Determina un considerable retraso mental. En los Estados Unidos, más de cinco millones y medio de niños padecen esta enfermedad; la incidencia en el mundo entero es de 1 caso por cada 5.000 nacimientos, lo que significa unos 2 millones de nacimientos anuales en estas condiciones. En Massachusetts, se obliga ya a un nuevo método de análisis: cuando el recién nacido abandona el hospital se le extraen y analizan tres gotas de sangre; se instruye a la madre para que vuelva al cabo de un mes y se le da papel de filtro para colocar en los pañales con el fin de analizarlo una vez seco. Estos elementos son suficientes para el diagnóstico, y una dieta correcta equilibra la falla hereditaria.

Matriz artificial. — Nuestros lectores recuerdan sin duda el caso del Dr. Petrucci, que observó el desarrollo de un huevo humano **in vitro.** En Suecia se experimenta con fetos de ovinos, colocados en "úteros artificiales". Éstos son recipientes de vidrio con líquido amniótico, conectados a un aparato corazón-pulmón que se acopla al cordón umbilical. La duración de la sobrevida no pasa de 24 horas.

PRINCIPIO DE ACCIÓN Y REACCIÓN

A cada acción mecánica corresponde una reacción igual y opuesta.

Si sostenemos en la mano una caja de cerillas, el peso de la misma es equilibrado por el empuje de la palma hacia arriba. *Cada vez que se ejerce una fuerza, otra igual y opuesta la equilibra.* No es necesario el equilibrio de la inmovilidad para que este principio se cumpla. En el retroceso del cañón del fusil todo ocurre como si entre el arma y la bala hubiera un resorte que los empujara por igual. En un torniquete que riega el césped el aparato se mueve en sentido inverso al del chorro de agua. Y un cohete no es más que una caja con un agujero, de tal modo que cuando la sustancia explosiva se dilata en su interior la presión sobre el fondo que está lleno es mayor que la presión sobre la cara horadada; el agujero de la cámara permite la expansión de los gases. Éstos van hacia atrás y el cohete hacia adelante.

PRUEBA Y ENUNCIADO

Para medir prácticamente este principio, basta enganchar dos balanzas de resorte. Al tirar de ellas, ambas registran el mismo esfuerzo: o sea que la longitud de los resortes habrá variado en la misma cantidad y en sentido opuesto. Ocurre exactamente lo mismo cuando una de las balanzas está fijada a una pared y se tira de la otra.

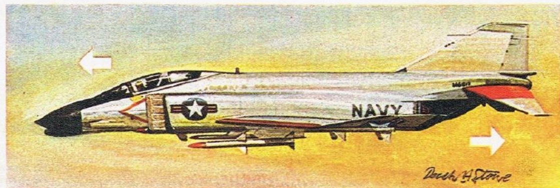
Cuando empujamos un automóvil, nuestros pies toman punto de apoyo en la tierra y es ésta la que recibe la reacción. De allí que *aparentemente* no se cumpla el tercer principio. Pero en un fluido el engaño no existe: la hélice de un navío, un pez, un avión a pistón o un avión a chorro, todos avanzan empujando el aire o el agua hacia atrás.

Aunque el principio de acción es anterior a Newton, el enunciado de éste es el definitivo: "Entre dos cuerpos, *la fuerza de acción* ejercida por el primero sobre el segundo es de igual magnitud y de sentido opuesto que la que ejerce el segundo sobre el primero".

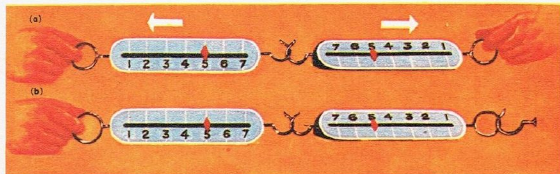
APLICACIONES Y FUTURO

La gran aplicación moderna son los cohetes, accionados por combustibles llamados propergoles: de la eyección de moléculas ultraveloces en forma de gases ardientes nace el empuje del cohete. Como éste lleva su propio combustible su fuerza es interna, no externa.

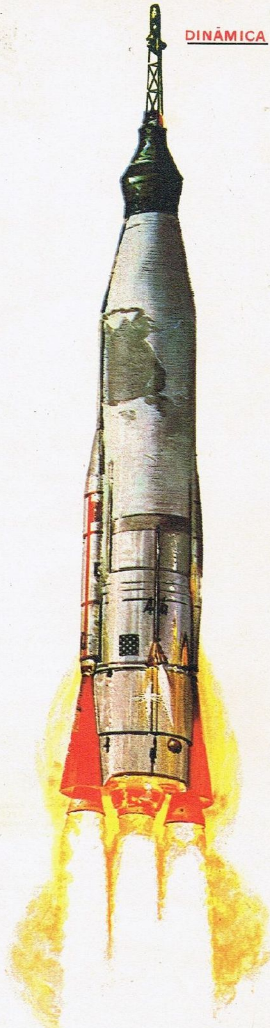
La propulsión depende de la energía cinética de las moléculas, que es proporcional a la raíz cuadrada de la temperatura y a la raíz cuadrada de la masa molecular. Ningún propergol es suficiente para escapar a la atracción de la Tierra; de allí que se utilice un método similar al de las mesas cigüeña. Es como si un gran camión transportara a otro, lleno de gasolina, de Buenos Aires hasta Lima, y una vez consumido su combustible el segundo siguiera de Lima hasta Caracas, y así sucesivamente: un propergol de valor 8 en un cohete de 3 pisos equivale a un propergol de valor 500.



El empuje del motor a chorro se debe al escape de los gases por la parte posterior, igual que en un cohete. El avión avanzaría lo mismo si llevara el aire comprimido en botellas.



Las balanzas de resortes indican fuerzas iguales y opuestas tanto si se tiran de ambos extremos (a) como si se tiran de un solo extremo mientras el otro está fijo (b).



De la eyección de gases por la abertura inferior de la cámara de combustión nace el empuje hacia arriba del cohete. Lo mismo ocurre cuando saltamos de un bote a la orilla y éste, por reacción, se aleja.

QUÍMICA ATOMICA

LA VALENCIA, vínculo entre los átomos



Puede definirse a la valencia como el número de átomos de hidrógeno con el cual se combinará una sustancia. Se elige el hidrógeno pues es el más simple de los átomos, con un electrón único que gira alrededor de un solo protón.

El hecho fundamental de la química es la unión de los átomos de los elementos para formar compuestos totalmente diferentes a ellos. Esta asociación se llama "combinación química" y el grupo de átomos se denomina "molécula". Los átomos se ensamblan de acuerdo a "recetas" invariables. Cuando el hidrógeno y el cloro forman gas clorhídrico, cada átomo de cloro se une con uno de hidrógeno, nunca con dos ni con tres. Si el hidrógeno se asocia al oxígeno para formar agua, la relación es de 2 átomos de hidrógeno por cada uno de oxígeno. Si el hidrógeno se combina con el nitrógeno para formar gas amoníaco habrá siempre tres átomos de hidrógeno por cada uno de nitrógeno, y cuando forme gas metano con el carbono siempre corresponderán cuatro átomos de hidrógeno por cada átomo de carbono.
Estos lazos invisibles, muy fuertes, son *todos* eléctricos (la gravitación, el magnetismo, etc., son químicamente imperceptibles). Pero la naturaleza, generosa en su variedad, es económica en sus medios. Los átomos se unen de sólo tres maneras y en todos los casos son los electrones periféricos los que determinan su comportamiento. Recordemos que el átomo es como un sistema solar en miniatura, del que los electrones negativos son los planetas, y que la órbita exterior de estos no puede contener más de ocho electrones. El helio, el neón, el criptón, el argón, etc., son elementos inertes porque su órbita exterior está completa, pues posee ocho electrones. Son los átomos con órbitas incompletas los que muestran actividad química.
Un átomo con órbita exterior completa no tiende a unirse y se dice que su valencia es cero. Un átomo con siete electrones tiende a completar su órbita con uno más y se dice que su valencia es uno, y así sucesivamente. Los átomos pueden integrar sus órbitas exteriores *tomando* electrones de otros átomos, *dando* electrones a otros átomos, o *compartiendo* sus electrones con los de otros átomos.

COMBINACIÓN IÓNICA O ELECTROVALENTE

Es la más simple. Supongamos que un átomo de cloro con siete electrones exteriores se encuentra con un átomo de sodio con un solo electrón exterior. Entonces el átomo de sodio cede su electrón al átomo de cloro. Los elementos que pierden fácilmente electrones forman partículas positivas "iones" y se denominan *electropositivos:* recíprocamente, los elementos que incorporan electrones, como el cloro, adquieren una carga negativa, y se denominan elementos *electronegativos.* En la unión iónica, un átomo entrega al otro un electrón de modo que *ambos* quedan con órbitas exteriores completas (y forman en este caso cloruro de sodio). Pero al emigrar el electrón los átomos quedan cargados eléctricamente; son iones que se atraen hasta que su interpenetración provoque el rechazo recíproco de las órbitas electrónicas. Suelen así formar un cristal, que es una colección de iones, no de átomos. Se comprende que esos iones que se atraen entre sí pueden fácilmente formar un damero y dar lugar a los magníficos esquemas espaciales que nos muestra la mineralogía.
Queda un punto importante: cuando una sal se disuelve en el agua, que en escala molecular es un buen aislante, los iones del cristal se separan, y como están cargados de electricidad la solución es conductora. Esta es la base de todos los procesos de electrólisis.

UNIÓN COVALENTE

Supongamos ahora que se encuentran dos átomos de cloro, cada uno con siete electrones; si cada átomo entrega un electrón, y ese par de electrones compartidos gira alrededor de ambos átomos o pasa largo tiempo entre ellos, cada átomo tendrá ocho electrones. Esta unión es muy fuerte, y tales compuestos resisten indemnes muchas peripecias químicas; entre ellos están el agua, el gas amoníaco, el anhídrido carbónico y el metano.
Podría objetarse que los compuestos orgánicos de carbono, que son covalentes, resultan a menudo frágiles; pero esto se debe a que se trata de edificios enormes de centenares de miles de átomos.

ÁTOMOS DEL METAL

Se trata de una unión muy compleja, que puede describirse como un conjunto de iones positivos inmersos en un mar de electrones libres, negativos, que ya estudiamos con la corriente eléctrica. Esos iones positivos atraen a los electrones y así se mantiene la cohesión en el interior de los microcristales del metal. Un metal es como un *puzzle* de cristales dentados que engranan con otros semejantes.

GAS CLORHÍDRICO



El átomo de cloro se une a UN atomo de hidrógeno

AGUA



El atomo de oxígeno se une a DOS atomos de hidrogeno

GAS AMONIACO



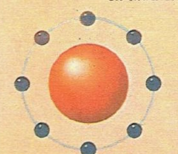
El átomo de nitrógeno se une a TRES atomos de hidrógeno

METANO

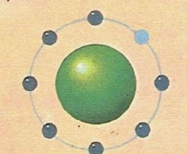


El atomo de carbono se une a CUATRO átomos de hidrogeno

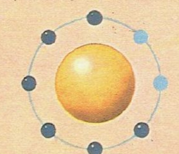
Las esferas de color representan "todo" el interior del átomo, es decir, el núcleo y todas las órbitas electrónicas no periféricas.



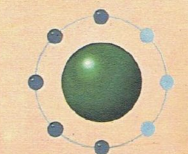
El argón posee OCHO electrones en su órbita exterior, que está así completa: su valencia es, pues, CERO. Otros ejemplos de valencia cero son: criptón, neón, xenón, etc.



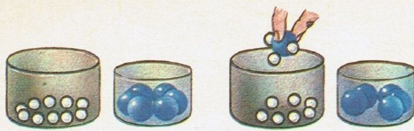
En el cloro sólo hay SIETE electrones en la órbita exterior que, se completaría al "ganar un electrón". Su valencia es, por consiguiente, UNO. Otros ejemplos: bromo, flúor, yodo.



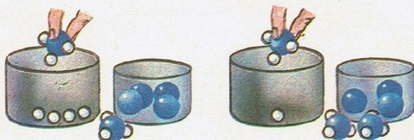
El azufre tiene SEIS electrones en su órbita periférica, que se completa al "compartir dos electrones". Su valencia es, por consiguiente, DOS. Otros ejemplos: oxígeno, selenio, teluro.



El fósforo posee CINCO electrones en su órbita exterior, que se completa al "compartir TRES electrones". Su valencia es, por consiguiente, TRES. Otros ejemplos: antimonio, arsénico, etc.



El nitrógeno tiene valencia tres. Esto significa que siempre se unirá a tres átomos de hidrógeno, no a dos o a cuatro.



Simbolización de los lazos entre el nitrógeno y el hidrógeno. Como a cada átomo de nitrógeno (esferas azules) siempre se unen tres de hidrógeno (esferitas blancas) es imposible repartir las diez esferitas blancas entre las seis azules.

VALENCIA

La capacidad de combinación de un átomo reside simplemente en el número de electrones que puede ganar o perder. Por eso la unidad fundamental de la valencia es el *electrón*. "Valencia", es el término químico que caracteriza al poder *numérico* de unión de un átomo con otros átomos. Todos los compuestos del universo resultan de la unión, según alguna o varias de las tres maneras descriptas. Por lo que ya hemos dicho comprendemos por qué un átomo no se combina con cualquier otro átomo; por qué se respetan ciertas proporciones; por qué un átomo de siete electrones se combina con otro de un electrón y uno de seis con otro de dos electrones o con dos de uno.
Como el hidrógeno es el elemento más simple, pues posee un solo electrón, la valencia de un elemento se define en la práctica por el número de átomos de hidrógeno que se pueden combinar con él: el hidrógeno tiene valencia 1, el oxígeno tiene valencia 2, etc.

PERSPECTIVAS

Hay muchas lagunas en la descripción clásica: en particular no explica las uniones del carbono en los compuestos cíclicos, la estabilidad de la molécula es físicamente dudosa, y no se predicen las propiedades de las moléculas resultantes. Los estudios actuales se refieren sobre todo a la electroquímica, a la velocidad de reacción, a los elementos que facilitan la combinación, y a la preparación de moléculas gigantescas denominadas "macromoléculas".

Para los átomos que poseen cuatro electrones periféricos resulta igualmente difícil el "perder" o el "ganar" cuatro electrones para quedar con una órbita exterior completa. Siempre se unen "compartiendo" electrones.

Otra aplicación moderna de grandes alcances es la de las resinas de intercambio de iones. Se trata de compuestos orgánicos capaces de formar iones insolubles cuando se los mezcla con disoluciones de sales. Una pequeña porción de estas resinas de intercambio de iones vuelve potable una gran cantidad de agua de mar.

REDES CRISTALINAS

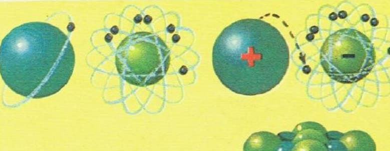
Los cristales iónicos forman mallas cuya configuración obedece a planes muy diversos. En una disposición cúbica, como la del cloruro de sodio, se alternan los iones de cloro y los iones de sodio como en los vértices de un cubo; de modo que cada ión está rodeado por otros 6 iones de signo eléctrico contrario.

EJEMPLOS CORRIENTES

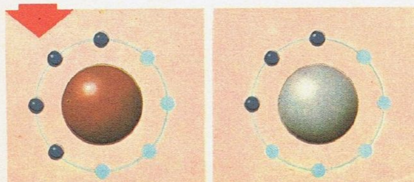
● Recuérdese que la primera órbita se completa con dos electrones; la segunda y la tercera con ocho electrones cada una; y que en las siguientes hay variaciones que se explicarán más adelante. ● Las moléculas compuestas de varios átomos de un mismo elemento, como el hidrógeno, el oxígeno y el nitrógeno, son siempre covalentes; la unión es a veces tan enérgica que la molécula parece inerte, como en el caso del nitrógeno. Por esta razón los químicos suelen utilizar los gases al estado naciente, o sea cuando están recién preparados y sus átomos aún no se han unido en moléculas.



La unión es "covalente" cuando los átomos comparten "un par" de electrones de modo que ambos quedan con las órbitas exteriores completas (8 cada una).

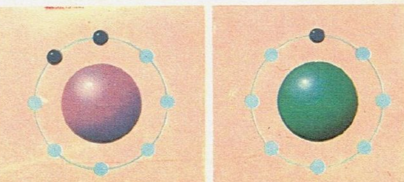


La unión es "electrovalente" cuando un átomo cede un electrón periférico a otro. En este ejemplo el sodio entrega su único electrón exterior al cloro, que necesita un electrón para completar los ocho de su órbita exterior. Una sustancia electrovalente o "iónica" como la sal común (derecha) no se compone de moléculas genuinas, sino de una masa de iones positivos de sodio atraídos por igual cantidad de iones negativos de cloro.



El silicio posee CUATRO electrones en su órbita exterior, que se completa al "compartir CUATRO electrones". Su valencia es, por consiguiente, CUATRO. Otros ejemplos: carbono, estaño.

El aluminio posee TRES electrones en su órbita exterior. Queda completo el anularia, es decir, al "perder tres electrones". Su valencia es, por consiguiente, TRES. Otros ejemplos: boro, galio.



El magnesio sólo tiene DOS electrones en su capa periférica. Queda con una órbita completa al "perder esos dos electrones". Su valencia es, por consiguiente, DOS. Otro ejemplo: bario.

El sodio posee UN electrón en su órbita exterior. Queda con una órbita exterior completa al "perderla". Su valencia es, por consiguiente, UNO. Otros ejemplos: cobre, oro, litio, potasio.

LA CONTAMINACIÓN

Se calcula que los hombres prehistóricos no llegaban a 5 millones; difícilmente podían pasar, en las regiones más favorables, de un habitante por kilómetro cuadrado. Como en el África actual, en la que sólo el 10 % de la población es mayor de 40 años, muchos nacían pero muchos morían. La fuente secular de peligro para el hombre son los animales, especialmente los insectos, gusanos y microbios, que existen desde que hay continentes, y que pululan en los trópicos.

El hombre está en conflicto con muchos de ellos, a pesar de que *proporcionalmente* muy pocas especies son realmente peligrosas. Nos ocuparemos aquí de las enfermedades transmisibles.

UNA TERMINOLOGÍA QUE NO DEBE INTIMIDAR

Los agentes infecciosos pueden ser bacterias, espiroquetas, rickettsias, virus u organismos parásitos.

Bacterias. — Son organismos microscópicos no muy bien clasificados, aunque distintos de los hongos. Sus nombres son puramente descriptivos por la sencilla razón que se las bautizaba apenas descubiertas. Las que tienen forma de bastón se llaman *bacilos*; las que parecen bolitas o gránulos se llaman *cocos* y las que tienen forma de sacacorchos, es decir de filamento helicoidal, se llaman *espirilos*. Un diplococo (como el gonococo y el neumococo) es una bacteria que consta de dos bolitas o esférulas asociadas; la palabra "estafilococo" significa grano de uva; el "estreptococo" está formado de cadenitas de cocos; si la cadena es de bastones tenemos un "estreptobacilo"; un "vibrión" es una bacteria ciliada, móvil y encorvada, como por ejemplo el vibrión del cólera; y así sucesivamente.

Espiroquetas. — La palabra significa "yo giro" e indica organismos espiralados como el treponema.

Rickettsias. — Son seres extraños, de morfología evanescente, que se portan a veces como ultravirus pero de los que ahora se sabe que son responsables de muchos tifus históricos y de la fiebre Q.

Virus. — Estos organismos infinitesimales, que se hallan en la frontera de la vida, se caracterizan por no poder desarrollarse fuera de una célula viviente.

Parásitos. — Los estudiaremos especialmente, pero conviene notar ya que hay amebas parásitas como la entameba del intestino o el hematozoario de la enfermedad del sueño. Se llama "plasmodio" a una masa formada por la fusión de varias amebas.

PARASITISMO

Vivir es durar, y durar es comer y reproducirse. Los parásitos suelen limitarse a esas dos palancas básicas de la existencia; sus demás órganos degeneran, salvo aquellos que les sirven exclusivamente para prenderse del huésped y vivir de él. Cuando un organismo puede ser transportado por el aire y penetrar por sí mismo en el huésped, la muerte de éste no le afecta mayormente; pero en el caso contrario se ve obligado a realizar un ciclo que comprende dos o más huéspedes. Si así no fuera la especie se extinguiría. Hay parásitos estrictamente específicos como ciertas formas de tenia que sólo se encuentran en el cerdo y también especificidades mucho más amplias como los equinococos, que pueden encontrarse en el hombre, en los roedores, en el cerdo y en algunos carnívoros.

CONTAMINACIÓN

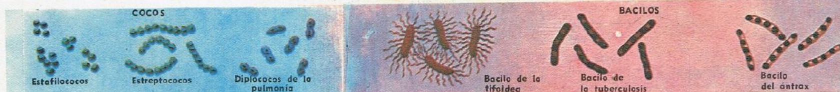
Cuando se procura erradicar las enfermedades se buscan ante todo las vías de entrada y de salida de sus agentes; a veces el encuentro es fugaz, como en el caso del mosquito, y en otros el huésped es permanente como el estafilococo en la piel, el estreptococo en la boca o el bacilo coli en el colon. Las epidemias propiamente dichas se conocieron sólo cuando la riqueza agrícola creó aglomeraciones humanas importantes; pero actualmente la asociación entre la miseria y las enfermedades infecciosas es estricta. El subdesarrollo, el hacinamiento y la falta de precauciones sanitarias, sobre todo en lo referente al agua, son sus causas principales. Es cierto que la prosperidad tiene también su precio, con el aumento de las enfermedades degenerativas propias de la mayor edad-promedio que alcanza la población.

TRILOGÍA SINIESTRA

Las amebas son responsables de pocas enfermedades pero entre éstas se encuentran las tres más importantes. Al paludismo correspondían hasta hace poco el 20 % de los enfermos del mundo; lo produce el *plasmodio de Laveran* y lo transmite el mosquito *anofeles*, cuya picadura inocula el germen a los individuos sanos. La enfermedad del sueño es provocada por una ameba, el *tripanosoma gambiensis*, y transmitida por la mosca "tsé-tsé", que prefiere atacar a la raza negra. Y existe también una disentería amebiana (porque hay disenterías bacterianas) muy frecuente en los países tropicales. La victoria contra estas enfermedades es costosa: la quinina y la metacrina interrumpen la reproducción del germen de la malaria, enfermedad inmemorial, pero el tratamiento debe seguir durante cierto tiempo; los mosquitos se combaten con insecticidas, pero poco a poco los anofeles se vuelven resistentes. En lo que se refiere a la enfermedad del sueño, el atoxyl, el bayer 205 y la eliminación de la mosca "tsé-tsé" parecen lograr cierto éxito. Pero las drogas contra las amebas intestinales son aún imperfectas.

CÓMPLICES VIVIENTES

En primer lugar están los *vectores*, es decir los insectos picadores y otros animales que acarrean el agente y también contraen a



menudo la enfermedad; los *huéspedes intermediarios*, animales en los cuales el organismo infectante pasa una parte de su ciclo vital; los *reservorios*, seres que alojan a los microbios sin sufrir enfermedad alguna, como el antílope que es un depósito del microorganismo que provoca la enfermedad del sueño; y por último los *portadores vivos*, que son individuos ya curados y que, sin daño para ellos pero con peligro de contagio para los demás, llevan los microorganismos, como ocurre en ciertos casos de paludismo.

BACTERIAS, VIRUS Y PROTOZOARIOS

Las bacterias penetran en el organismo a través de heridas de la piel, en la respiración, por los alimentos o por picaduras de insectos. El tétano se introduce al lastimarse; la difteria, la escarlatina y el sarampión se inhalan; la disentería y la enteritis por infección en las comidas; la peste bubónica es inoculada por las pulgas, etc.

Los virus son responsables de la poliomielitis, la viruela, la gripe, la fiebre amarilla, la varicela y el sarampión. Miden de 1 a 3 cienmilésimos de milímetro y sólo pueden observarse mediante el microscopio electrónico. Se suele evaporar oro sobre la preparación, con el objeto de neutralizar su transparencia. Algunos están tan cerca de la materia inerte que pueden ser cristalizados, como el virus del mosaico del tabaco. La fiebre amarilla, hoy ya casi vencida, se transmite por un mosquito que prefiere picar a los blancos. Fue el médico cubano Finlay quien descubrió el modo en que se produce la contaminación.

Hemos hablado ya de las amebas, sobre todo de la entameba, y del tripanosoma de la enfermedad del sueño. Otro tripanosoma es el responsable de la enfermedad de Chagas, muy extendida en América. El más conocido es el plasmodio de la malaria cuyas divisiones bruscas a intervalos regulares causan accesos febriles que caracterizan a esta enfermedad, la cual es conocida también con el nombre de *paludismo*.

GUSANOS

Son parásitos genuinos que compiten con el huésped por el alimento que necesitan, y que para tener una posibilidad de supervivencia deben emigrar para perpetuar la especie antes que el huésped muera. Sus ciclos vitales son a veces complicados: el *anquilostoma duodenal* sobrevive porque sus larvas perforan el duodeno, van a las venas, de allí pasan al pulmón, remontan los bronquios, bajan por el esófago, llegan de nuevo por el duodeno y se eliminan por las heces. Una de éstas, la *bilharzia*, es causa de una enfermedad sumamente frecuente donde haya calor, humedad y suciedad, es decir, entre los agricultores de países cálidos, entre los mineros y entre los ladrilleros.

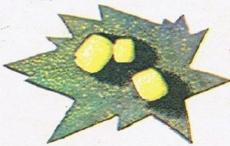
La lucha contra todos estos parásitos se hace por medio del uso de calzado, de higiene, de depuración de las aguas y de todos los medios necesarios para que las larvas no penetren. En las ilustraciones se ve el *clonorquis sinensis*, trematodo de China que pasa en caracoles y peces, algunas etapas de su ciclo vital y contamina al hombre cuando éste come pescado crudo, como ocurre en Extremo Oriente.

Varias tenias o gusanos solitarios infectan al hombre. En general el huésped intermediario es el cerdo. La tenia más común emite anillos, gérmenes sexuales que son eliminados por las heces y puede así, a través del ganado, contaminar a otras personas.

El gusano de la triquina, uno de los más dañosos, deposita sus gérmenes, después de perforar las paredes del intestino, en los pequeños vasos linfáticos; los gérmenes se diseminan hasta alojarse en los músculos, donde crecen y forman quistes. Los seres



VIRUS DE LA VIRUELA



DOS VARIEDADES DE VIRUS DE LA GRIPE



humanos contraen la infección al ingerir carne de cerdo mal cocida, y padecen grandes daños y dolores por esta enfermedad llamada "triquinosis".

Otro gusano de gran importancia es la *filaria*. Las larvas adultas viven en los vasos linfáticos a los que bloquean, produciendo una gran hinchazón (elefantiasis); los mosquitos diseminan la enfermedad al chupar las larvas junto con la sangre.

HONGOS

Las enfermedades causadas por los hongos no son muy comunes en el hombre. Sin embargo, el uso de antibióticos, que como se sabe son producidos en su mayor parte por los hongos, ha favorecido el desarrollo de estos últimos y actualmente se observan bastantes enfermedades causadas por hongos. Entre las más antiguas se encuentra la *tiña:* entre las actuales, la *tricomoniasis*.

CICLOS VITALES

Hay que comprender que el ciclo del parásito representa su probabilidad de sobrevida. Un parásito suele tener un ciclo sexual en el tubo digestivo de un animal, y un ciclo asexual en los tejidos de otro animal. La distribución de humanos y animales condiciona la distribución del parásito. Por ejemplo, la *tenia echinococcus* pasa de las deyecciones del perro a la hierba, donde la come la oveja en la cual forma quistes; cuando la oveja muere, el perro la vuelve a comer. Puede también afectar al hombre, de modo que no es extraño que sea endémica en los lugares donde el hombre convive con perros y ovejas, como ocurre en Australia.

En algunos casos los mecanismos son curiosos; por ejemplo, el mosquito no chupa linfa sino sangre; pero el mosquito pica de noche y la filaria, que vive en los vasos linfáticos, pasa durante la noche a los vasos sanguíneos y así facilita su transmisión por el mosquito.

QUIMIOTERAPIA

El objeto ideal de la quimioterapia, es encontrar una sustancia química que mate al parásito sin dañar al paciente. Antes de que naciera el término, existía ya la quinina o el mercurio, cuyo uso se difundió en Europa cuando los marinos que volvían de América introdujeron la sífilis. El primer quimioterapeuta científico fue Ehrlich, creador del "Salvarsán", primer remedio contra la sífilis; es lógico que Ehrlich arrancara de los colorantes, puesto que éstos tienen la propiedad de fijarse a ciertas moléculas. La quimioterapia moderna comenzó en 1935 con el descubrimiento de las sulfamidas. A éstas siguieron los antibióticos, comenzando por la penicilina cuyo hallazgo fue más accidental que planeado, pero que originó una investigación organizada que pronto permitió descubrir la estreptomicina, el cloramfenicol, la aureomicina, etc. También hay otros quimioterápicos que son puramente sintéticos, es decir producto exclusivo de laboratorio. Y en algunos casos nacen de estudios realmente curiosos; por ejemplo, se ha averiguado que el plasmodio de la malaria necesita asimilar el ácido paraaminobenzoico y se han encontrado sustancias que impiden la utilización de dicho ácido.

RIESGOS DE LA QUIMIOTERAPIA

La lucha no ha terminado. Hay personas hipersensibles; la piel reacciona a la penicilina, la médula ósea al cloramfenicol, y el oído a la estreptomicina. Hay cepas resistentes de microbios, especialmente en la tuberculosis y entre los estafilococos, lo que obliga a un primer ataque violento y luego a repetidos cambios de frente. Por otra parte los antibióticos, que tienden a destruir células patógenas, pueden también atacar las del huésped; algunos muy violentos, varias aureomicinas, destruyen los glóbulos rojos, y se los limita a usos externos.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS

Enfermedad	Tipo de bacteria	Enfermedad	Tipo de bacteria
Difteria	Bacilo	Escarlatina	Estreptococo
Fiebre tifoidea	Bacilo	Meningitis	Estreptococos y bacilos
Tuberculosis	Bacilo	Neumonía	Cocos diversos y bacilos
Peste bubónica	Bacilo	Erisipela	Estreptococos
Tétano	Bacilo	Septicemia	Estreptococos
Lepra	Bacilo	Forunculosis	Estreptococos
Tos ferina	Bacilo	Brucelosis	Espirillo

ALGUNAS ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS

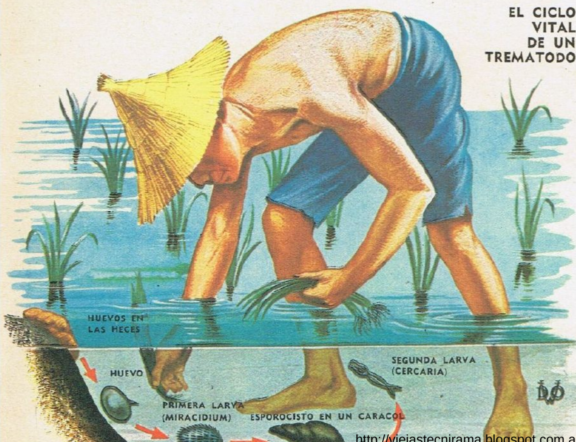
GRIPE • SARAMPIÓN • PAPERAS • VIRUELA • FIEBRE AMARILLA • POLIOMIELITIS • HIDROFOBIA O RABIA • VARICELA

ENFERMEDADES CAUSADAS POR GUSANOS

Enfermedad	Clase de gusanos
Anemia y enfermedad hepática.	Clonorquis sinensis (trematodo).
Esquistosomiasis.	Esquistosoma trematodo que vive en la sangre.
Triquinosis (graves lesiones de los músculos y otros tejidos).	Triquina (un nematodo o gusano cilíndrico).
Elefantiasis (bloqueo de los vasos linfáticos con gran hinchazón y crecimiento).	Filaria (un nematodo o gusano cilíndrico).
Anquilostomiasis (causa anemia y decaimiento físico y mental generalizado).	Necator (un nematodo o gusano cilíndrico).

El ciclo vital del "Clonorquis sinensis", responsable de afecciones del hígado en Extremo Oriente.







La hembra del mosquito anofeles perfora la piel humana para chupar la sangre; microscópicos parásitos del paludismo pasan del mosquito al torrente sanguíneo. Durante las epidemias, sólo del 7 al 10 % de los mosquitos está infectado con el plasmodio agente del mal.



La entamoeba dysenteriae, pariente de la amoba, se alimenta de las células de la mucosa intestinal y es a menudo causa de disentería. El tripanosoma gambiensis, que provoca la enfermedad del sueño, es inoculado por la picadura de la mosca "tsé-tsé". El mal de Chagas es también una tripanosomiasis.



CICLO VITAL DE UNA TENIA

RESISTENCIAS EN PARALELO

Una corriente eléctrica es una procesión de partículas, llamadas electrones, que constituyen la parte exterior de los átomos. En los buenos conductores hay "electrones libres", que saltan de un átomo a otro, y mediante esos *vagabundos* es posible engendrar en un cable una corriente eléctrica, un flujo de electricidad, haciendo que los átomos de un extremo carezcan de electrones y que los del otro posean un exceso de ellos.

CIRCUITO ELÉCTRICO

Un circuito es un sistema de conductores y sus interconexiones, a través del cual pasa una corriente.
Su *elemento activo* es un generador, de cualquier índole. Éste *no crea* electrones; se limita a *moverlos*. Los electrones circulan en redondo si la corriente es continua, y se agitan sin trasladarse si es alterna. Pero en ambos casos hay energía, posibilidad de realizar un trabajo. El generador es la fuente de energía.
Los *elementos pasivos* de un circuito son conductores, resistencias, inductores, capacitores, etc., es decir, elementos que obtienen de la corriente un efecto aprovechable: luz, calor, sonido, comunicación. En otras palabras, unas veces *transmiten* la energía (líneas de distribución) y otras la *convierten* en trabajo útil.

NOCIONES FUNDAMENTALES

La cantidad de corriente por segundo, o *intensidad*, se mide en amperios y él es el resultado de una compensación entre dos factores:
El potencial, o fuerza electromotriz, o voltaje, o diferencia de tensión entre los extremos, o sea el elemento activo que proviene del generador.
La resistencia, en oposición a dicha fuerza electromotriz, o elemento pasivo que la desgasta poco a poco. A lo largo de un circuito la tensión eléctrica sufre una *caída*.
Cada sustancia posee su propia resistencia específica al paso de la corriente eléctrica. En lo fundamental la resistencia depende de la firmeza con que están unidos los electrones a los átomos que la forman. Un buen conductor de la electricidad, como el cobre, ofrece poca resistencia pues algunos de sus electrones exteriores se vinculan muy débilmente a los átomos y pueden trasladarse; pero en un mal conductor o "aislador", como el vidrio, todos los electrones están firmemente unidos y la resistencia es muy alta.

CIRCUITO EN PARALELO

Si conectamos a una batería varias bombillas eléctricas (o cualquier otro aparato semejante) de modo que los electrones puedan circular a través de cada una independientemente, se dice que esos elementos están conectados en *paralelo*. En realidad cada uno se encuentra en un circuito separado; cada elemento del dispositivo está conectado libremente con los negativos de la batería. Si uno de ellos "se quema" los demás continúan funcionando, imperturbables.
Una corriente, continua o alterna, es como una carrera en la que los electrones sortean obstáculos. Como cada una de las lamparillas ofrece una cierta resistencia al paso de la electricidad, la resistencia total de tres lamparillas conectadas en paralelo no es tres veces superior a la de cada una de ellas, sino precisamente al contrario, pues cada electrón puede escoger entre tres caminos independientes. La resistencia total es *tres veces menor* (si las tres lamparillas son de igual resistencia) porque la corriente puede distribuirse entre tres circuitos separados. Del mismo modo, el caudal de agua de un caño puede distribuirse entre otros tres de igual diámetro.
Así como tres caños permiten el paso de tres veces más agua que uno solo del mismo diámetro, tres circuitos de igual resistencia dejarán que tres veces más corriente los atraviese. Si la "presión" eléctrica que hace circular la corriente se mantiene constante, la corriente se triplica, ya que la relación entre corriente, presión eléctrica y resistencia es siempre constante y en este caso la resistencia disminuyó a la tercera parte. Si la resistencia de cada lamparilla fuera de 18 ohmios, la total sería 18 ohmios divididos por tres, es decir, 6 ohmios. Si se conectase en paralelo 6 lamparillas de 18 ohmios cada una, la resistencia total sería solamente de 3 ohmios (18 ohmios dividido por 6).

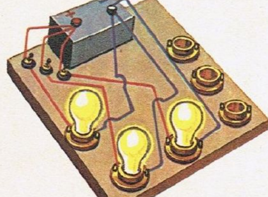
UTILIDAD DE LA LEY DE OHM

Los dispositivos conectados en paralelo pueden poseer resistencias diferentes. Dos caños de distinto diámetro permiten el paso de más agua que uno cualquiera de ellos por sí solo, pero la cantidad de líquido que atraviesa cada uno no es la misma. Igualmente, tres objetos de distinta resistencia en paralelo permitirán el paso de más electricidad que cualquiera de ellos aisladamente. Pero no será el *triple* de la que puede conducir uno solo. La resistencia total no es un tercio de la resistencia individual de alguno de ellos; pero no es difícil encontrar su valor exacto.
La ley de Ohm (enunciada en 1826 por Jorge Ohm, maestro de Baviera) se basa en la relación invariable entre la presión eléctrica (en voltios), la intensidad de la corriente (en amperios) y la resistencia (en ohmios). En una de sus formas dicha ley establece que la intensidad de la corriente es igual a la presión eléctrica dividida por la resistencia, o sea, $I = V/R$, donde I representa la intensidad (en amperios), V la presión eléctrica (en voltios) y R la resistencia (en ohmios). Como la corriente total que recorre el circuito en paralelo es igual a la suma de las corrientes que circulan por cada "rama", $\frac{V}{R_t}$ (t = resistencia total), que equivale a la corriente total (I), es igual a $\frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$ (suma de las corrientes que pasan por cada rama).
Entre los extremos de cada uno de los componentes R_1, R_2 y R_3 existe la misma diferencia o caída de presión eléctrica; si así no sucediera, pronto se restablecería la igualdad, pues más electrones seguirían la trayectoria de mayor tensión. En otras palabras, las tres "V" son iguales, y si suponemos que los conductores de la red general no ofrecen resistencia apreciable, podemos dividir la ecuación por "V".
Entonces

$$\frac{V}{R_t} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3} \quad \text{se convierte en} \quad \frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

RESUMEN

Un circuito está *en serie* cuando sus componentes, acoplados extremo con extremo, forman una línea única que transporta todos y cada uno de los electrones. Si un elemento "se quema" toda la corriente se interrumpe.
Un circuito está *en paralelo* cuando cada uno de sus componentes se conecta independientemente con los bornes del generador. La corriente es ramificada, y puede optar entre las diferentes trayectorias que se le ofrecen. Entre los extremos de cada elemento reina la misma tensión eléctrica, pero la intensidad de la corriente que lo recorre está en proporción inversa a su resistencia.



Si se conectan varias lamparillas a una batería de manera que los electrones puedan circular por cada una siguiendo caminos separados, se dice que las lamparillas forman parte de un circuito en paralelo.

RESISTENCIAS EN PARALELO

Si tres objetos cuyas resistencias individuales son respectivamente de 80, 200 y 400 ohmios se conectan "en paralelo", es decir, formando un circuito en que los electrones puedan "elegir" cuál objeto atravesarán en su camino de retorno al borne positivo, la resistencia total del circuito es "menor" según la ecuación:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad \text{Entonces} \quad \frac{1}{R_t} = \frac{1}{80} + \frac{1}{200} + \frac{1}{400}, \text{ o}$$

$$\text{sea } \frac{1}{R_t} = \frac{5}{400} + \frac{2}{400} + \frac{1}{400} = \frac{8}{400} = \frac{1}{50}$$

si $\frac{1}{R_t} = \frac{1}{50}$ **entonces** $R_t = 50$ **ohmios, valor que expresa la resistencia total de los tres objetos conectados en paralelo. La resistencia disminuye porque cada electrón atraviesa "uno solo" de los objetos, y se le ofrecen varios caminos independientes.**

RESISTENCIAS EN SERIE

Si se conectan formando un circuito tres objetos cuyas resistencias respectivas son de 80, 200 y 400 ohmios de tal modo que los electrones deban atravesarlos sucesivamente, decimos que están conectados en "serie". En este caso los tres objetos suman sus resistencias individuales al paso de los electrones, y se obtiene por adición de las resistencias particulares.

En otras palabras:

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3$$

aquí $R_t = 80$ **ohmios** $+ 200$ **ohmios** $+ 400$ **ohmios** $= 680$ **ohmios, valor que expresa la resistencia total del circuito en serie.**



EL OXÍGENO Y LOS ÓXIDOS

Los elementos químicos (excepto los radiactivos, que se desintegran) se formaron casi todos junto con la Tierra. Es posible que el lector esté respirando las mismas moléculas de oxígeno que respiraron Atila o algún dinosaurio. Pero los compuestos no fueron siempre los mismos: en el período precámbrico abundaba el anhídrido carbónico que, poco a poco, fue consumido por las plantas, las que simultáneamente liberaron oxígeno. El oxígeno libre actual es principalmente un resultado de ese proceso de fotosíntesis y de la descomposición de rocas ígneas.

OXÍGENO

El oxígeno, elemento Nº 8, tiene un peso atómico de 16. Existen isótopos de peso 17 y 18, pero su proporción es ínfima en comparación con el oxígeno normal, que forma el 99,759 %. El oxígeno constituye casi la mitad de la corteza terrestre sólida, casi los 9/10 del peso de los océanos, y la quinta parte del volumen de la atmósfera. Es esencial para la respiración de los animales y para la vida de las plantas; su solubilidad en el agua es de unos 30 cm³. por litro, y de este oxígeno disuelto vive la mayoría de los animales acuáticos. En estado libre no combinado, es un gas incoloro, inodoro e insípido que forma moléculas compuestas de dos átomos. Industrialmente se lo obtiene por licuefacción del aire a casi 200° bajo cero y ulterior destilación. En el laboratorio se lo prepara calentando compuestos muy oxigenados, como el clorato de potasio, con sustancias moderadoras.

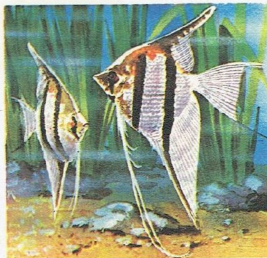
El 49,5 % del peso de la corteza terrestre es oxígeno en forma de óxidos sólidos. Muchos minerales son óxidos de los que se extraen metales importantes como el estaño. En la figura se ve cómo, mediante un chorro de agua, se separa el mineral de estaño.

Los animales inhalan el oxígeno del aire y exhalan anhídrido carbónico (bióxido de carbono). La combustión produce generalmente bióxido de carbono. La cantidad de oxígeno atmosférico se conserva invariable porque las plantas absorben el bióxido de carbono y liberan el oxígeno. Sólo una quinta parte del aire es oxígeno y casi todo el resto es nitrógeno.



ÓXIDOS

Un óxido es una combinación binaria de oxígeno con otro elemento. Con los metales el oxígeno forma óxidos *básicos* que producen sales si se unen con ácidos; con los no metales el oxígeno da radicales *ácidos* que, al unirse con las bases, forman sales; y con ciertos elementos, como el aluminio, forma compuestos *anfotéricos* que dan indistintamente ácidos o sales.

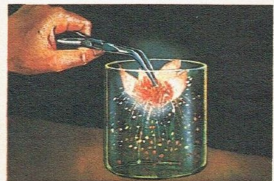


El 89 % del peso del agua es oxígeno; el resto es hidrógeno. Ambos elementos forman una combinación difícil de separar. Los peces y algunos otros animales acuáticos respiran el oxígeno disuelto en el agua.

La combustión no es más que una oxidación. En muchos explosivos la combustión es instantánea porque el oxígeno forma ya parte del compuesto, y no dependen del oxígeno del aire para arder.
El oxígeno caliente es muy activo y se combina con muchas sustancias: un trozo de alambre de hierro con un extremo al rojo chisporrotea violentamente en oxígeno puro.

CICLO VITAL

Los animales necesitan oxígeno para respirar y para quemar los alimentos que les suministran la energía imprescindible para su movimiento. Pero, afortunadamente, la provisión de oxígeno atmosférico no disminuye porque las plantas, por un proceso



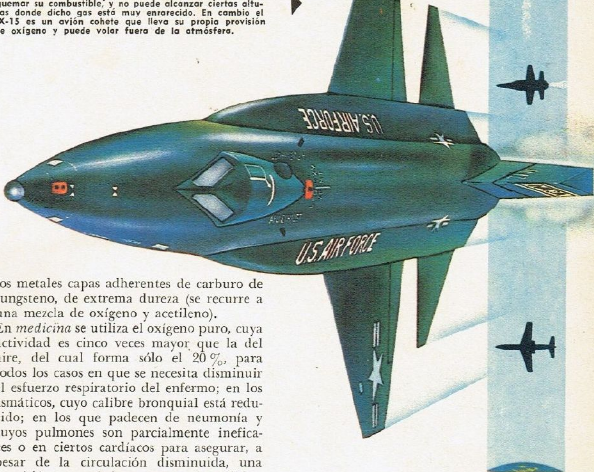
Un trozo de alambre de hierro o de lana de acero con extremo al rojo chisporrotea y se consume en oxígeno puro, que es esencial para la combustión. Las sustancias que arden lentamente en el oxígeno diluido del aire lo hacen con violencia en el oxígeno puro.

inverso, descomponen el anhídrido carbónico exhalado por los animales, conservan el carbono y liberan nuevamente el oxígeno. A este incesante ir y venir se denomina *ciclo vital* del oxígeno.

USO DEL OXÍGENO

En *minería* el problema principal consiste en eliminar el oxígeno de los minerales, que suelen ser óxidos. Pero también se emplea oxígeno en perforaciones mediante el calor, como en los yacimientos de hierro de Minnessota, donde el mineral es duro y de bajo contenido en metal.
En la *industria química* su empleo es amplísimo, especialmente para desalojar el hidrógeno de los hidrocarburos, y luego usar éste en la preparación de amoníaco y en el endurecimiento de las sustancias grasas por el procedimiento de hidrogenación.
En *metalurgia*, el procedimiento Bessemer lo utiliza para quemar el carbono en exceso y obtener el tipo de acero que se desea. Hemos visto ya que se lo emplea también en los sopletes oxídricos, oxiacetilénicos y de oxipropano para el corte y soldadura de metales.
El poder de *combustión* del oxígeno sirve desde hace mucho para activar los hornos. Es también, en la actualidad, un elemento fundamental de los propergoles, combustibles de los cohetes espaciales.
Su *explosión* se emplea para formar sobre

El avión de chorro necesita el oxígeno del aire para quemar su combustible, y no puede alcanzar ciertas alturas donde dicho gas está muy enrarecido. En cambio el X-15 es un avión cohete que lleva su propia provisión de oxígeno y puede volar fuera de la atmósfera.

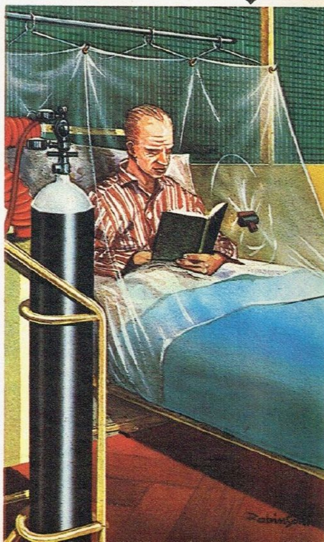


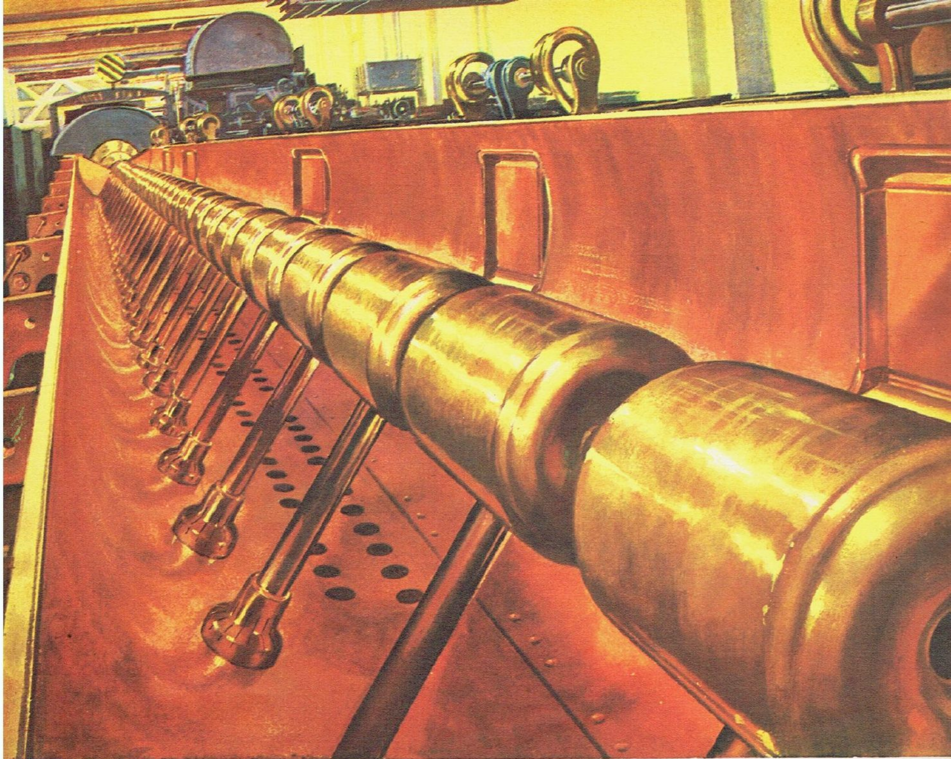
los metales capas adherentes de carburo de tungsteno, de extrema dureza (se recurre a una mezcla de oxígeno y acetileno).
En *medicina* se utiliza el oxígeno puro, cuya actividad es cinco veces mayor que la del aire, del cual forma sólo el 20 %, para todos los casos en que se necesita disminuir el esfuerzo respiratorio del enfermo; en los asmáticos, cuyo calibre bronquial está reducido; en los que padecen de neumonía y cuyos pulmones son parcialmente ineficaces o en ciertos cardíacos para asegurar, a pesar de la circulación disminuida, una provisión normal de oxígeno a los tejidos.

QUÍMICA DEL OXÍGENO

Entre los óxidos naturales los más comunes son el cuarzo, que es un óxido de silicio; el corindón, que es un óxido de aluminio; la hematita, que es un óxido de hierro; y naturalmente el anhídrido carbónico y el agua. Salvo el oro, cuya resistencia a la oxidación es excepcional, si las condiciones son apropiadas la mayoría de los elementos reacciona con el oxígeno. Algunos, como el azufre, necesitan la ignición para comenzar a arder. Otros, como el fósforo, arden espontáneamente (por eso se conserva el fósforo en gasolina, ávida también de oxígeno). El magnesio arde con llama deslumbrante, y el aluminio se quema aún más violentamente, pero en millonésimas de segundo se cubre con una capa de alúmina que impide la combustión ulterior. Las fábricas de aluminio en polvo deben adoptar precauciones extraordinarias, y las escamas de aluminio empleadas en las pinturas suelen protegerse con un baño de cera u otra sustancia neutra.
Las moléculas de oxígeno libre tienen cierta inercia porque los lazos que unen sus dos átomos son muy fuertes. En el *ozono*, variedad cuya molécula es triatómica y que se obtiene mediante descargas eléctricas, la inestabilidad y el consiguiente poder oxidante son muchísimo mayores. Por último recordemos que el óxido de hierro funde a menor temperatura que el hierro mismo, y debido a esa razón se oxidan las superficies irregulares de los lingotes antes de la laminación.

Se coloca a los enfermos con dificultades respiratorias o cardíacas en carpas de oxígeno donde la concentración de este gas es cinco veces superior a la del aire; así el paciente aspira el oxígeno que necesita, sin esfuerzo.





ACELERADORES LINEALES DE PARTÍCULAS

El descubrimiento de la radiactividad, es decir de la desintegración espontánea, significaba la divisibilidad del átomo. Fue Rutherford quien en 1911 enfocó primero el problema. De la extraordinaria facilidad con que las partículas atravesaban láminas de metal dedujo que en la materia la proporción de vacíos es enorme. La materia es *casi* fantasmal, al punto que si todas las partículas materiales de un hombre de 100 kg. se pusieran en contacto, se convertiría en una mota invisible.
Cuando se proyectan partículas sobre una sustancia, los electrones negativos se desvían hacia el núcleo atómico positivo que los atrae; los protones, positivos, son rechazados por el núcleo; y los neutrones pasan indiferentes o chocan contra él.

REACCIÓN EN CADENA

Durante años se fraccionaron núcleos, pero se obtenían compuestos estables. En 1934 el matrimonio Joliot-Curie logró obtener un fósforo radiactivo. Se abría así la posibilidad de una reac-

El acelerador lineal es un moderno dispositivo para producir haces de partículas subatómicas de gran energía. Paso a paso aumenta la velocidad de éstas hasta que, finalmente, cuando emergen del último cilindro, son capaces de desintegrar los núcleos atómicos que encuentran en su camino.

ción en cadena y de la liberación de la enorme energía nuclear. ¿Por qué no existen en la naturaleza esos compuestos tremendamente radiactivos? Porque su intensa vida es breve y debieron desaparecer hace mucho; lo mismo ocurre con los rayos cósmicos, partículas del espacio diferentes de las que nos ocupan.

El proyectil más interesante es el neutrón, porque al carecer de carga puede acercarse fácilmente al núcleo y quebrarlo. Lo descubrió James Chadwick en 1950: puede desintegrarse en un protón y un electrón.

HERRAMIENTAS DE LA FÍSICA NUCLEAR

Moseley, Fermi, Millikan, Crompton, Urey y muchos otros prosiguieron los trabajos. Las herramientas del físico nuclear son tres. Primero, *tamices* de átomos que le permiten separar isótopos (en un campo eléctrico, el átomo más pesado se desvía menos). Segundo, *aceleradores* de partículas; el más simple sería teóricamente un largo tubo con una diferencia de millones de voltios



El signo de la carga eléctrica o polaridad de cada cilindro debe invertirse por completo en el lapso que emplea la partícula en atravesarlo.

entre sus extremos. Las partículas cargadas se precipitarían de una punta a la otra con velocidad creciente. Y por último, *detectores* de átomos para seguir su pista y medir los productos de reacción; contadores fluorescentes, contadores Geiger, emulsiones fotográficas, cintas transportadoras que los atraen, etc.

ACELERADORES

Para acelerar una partícula ésta debe poseer carga eléctrica, a fin de poder actuar sobre ella. Se aceleran fácilmente los electrones, pero su masa es muy pequeña y su impacto poco interesante. Se aceleran iones, especialmente el protón, que es el ion del hidrógeno, y cuya masa es 1.840 veces superior a la del electrón. Y para acelerar el neutrón, que es el más interesante pero carece de carga, se recurre a procedimientos indirectos: se emplea el deuterón, núcleo del hidrógeno pesado, compuesto por la unión débil de un neutrón con un protón que suministra la carga. En otras palabras, el neutrón es el pasajero del proyectil, y al separarse del protón puede acercarse al núcleo atómico sin ser repelido, y fragmentarlo.

Los primeros aceleradores fueron simples condensadores que multiplicaban el voltaje. Luego apareció el generador de Van de Graaf, que mostró que era posible almacenar en una gran esfera aislada electrones traídos por una correa sin fin.

Los *aceleradores circulares* como el ciclotrón se componen de dos cajas semicilíndricas de diferente voltaje en las que las partículas siguen una trayectoria en espiral. Su rasgo específico consiste en que cada vez que la partícula pasa de un semicilindro al otro se acelera más aún: así, con una diferencia de 50.000 voltios, se logran en 200 pasos 10 millones de voltios. El betatrón, el sincrotrón, el bevatrón, el cosmotrón y el sincroclash son perfeccionamientos ulteriores que permiten pasar de los 6.000 millones de voltios.

ACELERADOR LINEAL

El acelerador lineal es un instrumento de gran tamaño. Las partículas que se aceleran son aún más pequeñas que los átomos y casi siempre positivas. Se las dispara contra los núcleos atómicos con el objeto de transmutar elementos, es decir transformarlos en elementos diferentes.

El acelerador lineal descansa en el principio de que las cargas eléctricas del mismo signo se repelen y las de signo contrario se atraen. Una partícula positiva que pueda moverse libremente se trasladará del polo positivo hacia el polo negativo; pero no lo hará con velocidad uniforme, sino con un movimiento acelerado. Cuanto mayor sea la diferencia de voltaje, o sea de tensión eléctrica, tanto mayor será la velocidad adquirida. La característica distintiva de un acelerador lineal es que logra enormes velocidades sin recurrir a voltajes muy elevados.

ESTRUCTURA

Un acelerador lineal se compone de una larga serie de cilindros metálicos *huecos*. En un extremo de la instalación está la fuente de partículas cargadas; en el otro extremo se encuentra el blanco que recibirá el bombardeo. Una cubierta hermética encierra todo el aparato, cuyo funcionamiento se efectúa en el vacío para que las partículas no pierdan energía al chocar contra las moléculas del aire. Cada cilindro metálico es más largo que el precedente; es decir, el más corto está próximo a la fuente de partículas y el más largo es contiguo al blanco. Los cilindros se denominan electrodos y entre uno y otro hay una distancia de varios cm. Todos los electrodos de número impar tienen simultáneamente la misma carga, negativa por ejemplo, y están conectados entre sí. Todos los electrodos de número par tienen, en un momento dado, una carga opuesta a los de número impar. Es sumamente importante tener en cuenta que la carga de un electrodo cambia alternadamente de signo: en un momento dado es negativa y al instante siguiente es positiva.

Una de las series de electrodos se conecta a un terminal de un oscilador y la otra serie al otro terminal del mismo. Un oscilador es un dispositivo electrónico que genera una tensión alterna; en este caso el oscilador invierte el sentido de la corriente muchos millones de veces por segundo.

CÓMO SE ACELERAN LAS PARTÍCULAS

La fuente de partículas positivas se conecta con la serie de electrodos de número par. Cuando el primero de éstos adquiere cargas positivas las repele, y el siguiente, impar y negativo, las atrae. En otras palabras, un electrodo expulsa partículas y el siguiente las atrae: durante el proceso la velocidad de esos corpúsculos subatómicos va en aumento.

Dentro de un electrodo (construido en forma de que las partículas no se dispersen) la velocidad es constante; pero cuando las partículas lo abandonan a la misma velocidad con que entraron, el signo del electrodo cambia; por lo tanto las repele y las acelera, ayudado por el electrodo siguiente que las atrae. Y así sucesivamente.

Es muy importante que la inversión de signo eléctrico coincida exactamente con el tiempo empleado por las partículas para atravesar el electrodo: es fácil ajustar el oscilador para producir este efecto. La creciente velocidad de las partículas se compensa alargando los electrodos siguientes. El límite práctico de velocidad obtenible depende de la dificultad de enfocar un haz de partículas muy veloces y de la enorme longitud que exigirían los últimos electrodos de la serie.

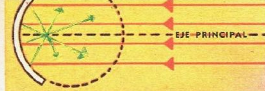
UTILIDAD DE LOS ACELERADORES

Los aceleradores se usan para transmutar elementos y para obtener nuevas fuentes radiactivas. Permitieron también sintetizar once elementos más allá del uranio. Los isótopos radiactivos se usan en medicina para la investigación científica, la destrucción de tumores cuando éstos los absorben selectivamente, la obtención de radiaciones poderosas y la esterilización de accesorios quirúrgicos. Se espera que en el futuro los iones sirvan para la propulsión de las naves espaciales. Por otra parte, se estudian los superconductores a bajísimas temperaturas para crear campos magnéticos colosales que permitan construir aceleradores en miniatura. En síntesis, al controlar el átomo y la enorme energía que encierra, el hombre rompe los lazos que limitaban sus posibilidades, ahora inmensas.

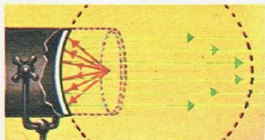
En notas ulteriores describiremos los aceleradores de la familia del ciclotrón. Aunque su construcción responde a un principio diferente al del acelerador lineal, el resultado —alta velocidad, es decir gran energía— es el mismo.



Las partículas emitidas por la fuente ubicada a la izquierda se aceleran a medida que atraviesan los espacios entre cilindros adyacentes. Emergen del último cilindro a muy alta velocidad y bombardean el blanco situado a la derecha.



Los rayos paralelos al eje principal de un espejo cóncavo se concentran en un punto denominado "foco principal".



Inversamente en los faros de los automóviles se coloca la fuente luminosa en el foco principal y los rayos que inciden en el espejo se reflejan en forma de haz paralelo.

ESPEJOS CURVOS



Los espejos para afeitarse utilizan la propiedad de los reflectores cóncavos de aumentar el tamaño de la cara cuando el rostro se coloca muy cerca.

En un espejo plano vemos nuestra *imagen* de tamaño "normal". Si es cóncavo la vemos más grande y cercana. Si es convexo, menor y más alejada. Las reglas de la reflexión son siempre las mismas: el ángulo de incidencia es igual al de reflexión. Todo espejo requiere una superficie lisa: la laguna tranquila refleja el cielo, el mar agitado no.

Hoy como ayer, el pulido de la cara activa de los espejos se obtiene por frotación con polvos finos de sustancias duras.

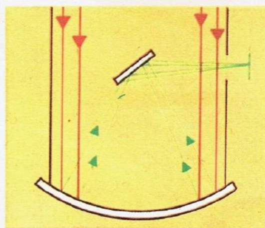
ESPEJO CÓNCAVO

Es hueco, como un recipiente. En un telescopio hace converger los rayos paralelos en un foco. Inversamente, en los faros de un automóvil los rayos salen del foco y emergen paralelos. En los microscopios, el condensador posee una cara cóncava que concentra los rayos.

Existen vidrieras cóncavas que apartan del ojo del cliente la imagen de la acera iluminada.

HORNOS SOLARES

Se dice que mediante espejos cóncavos Arquímedes incendió la flota romana que asediaba Siracusa, hazaña muy discutida. Se usaban espejos cóncavos de oro pulido para encender el fuego sagrado de Vesta. Actualmente se construyen grandes hornos solares que logran fundir elementos sumamente refractarios, gracias a que su gran superficie concentra en un foco pequeño el kilovatio por m^2 que recibe del sol. Un horno solar permite trabajar en el vacío, a muy altas temperaturas, y con gran pureza. Los países con zonas desérticas los emplean para purificar agua. Como fuente de energía es pobre: se necesitan 20 m^2 para obtener un caballo de fuerza.



El telescopio de reflexión. Los rayos paralelos de un objeto distante dan sobre un espejo cóncavo y se reflejan hacia el foco principal; antes de alcanzarlo inciden sobre un espejo plano que los desvía hacia el ocular.

ESPEJO CONVEXO

De forma opuesta, dispersa la luz como el exterior de una bola. En las esferas de un árbol de Navidad nos vemos menores y más alejados. Los retrovisores de los automóviles son convexos para que el conductor capte un campo mayor. El espejo convexo sólo puede dar imágenes virtuales menores y nunca invertidas.

TELESCOPIOS

¿Por qué se emplean espejos en los telescopios? En primer lugar porque pueden sostenerse desde abajo, mientras las lentes sólo pueden sujetarse por su perímetro. Segundo, porque no dispersan la luz blanca en colores: carecen de la aberración cromática que hace ver los objetos rodeados de un halo coloreado.

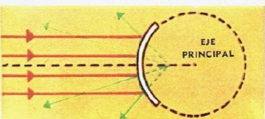
Sin embargo, tiene un límite: el espejo del Monte Palomar pesa 17 toneladas, y la armadura total 500 toneladas.

IMÁGENES DEL ESPEJO CÓNCAVO

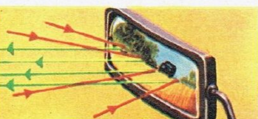
El espejo cóncavo puede formar imágenes reales, es decir imágenes cuyos puntos emitan realmente luz. Esto ocurre en el lugar correspondiente al foco principal. Dicha posibilidad se aprovecha en el telescopio de reflexión colocando un pequeño espejo que envía los rayos hacia el ocular.

PERSPECTIVAS

Las investigaciones actuales se encaminan principalmente hacia la construcción de hornos solares económicos formados por juegos de espejos planos. El horno de Montlouis, en los Pirineos, tiene 10,70 m. de diámetro y se compone de 500 pequeños espejos planos. En los telescopios se estudian los tipos de reflexión de distintos metales para medir radiaciones calóricas, ultravioletas, etc. Pero las principales investigaciones se orientan hacia las emulsiones fotográficas y el estudio de los mecanismos del ojo.



En un espejo convexo, los rayos paralelos al eje principal divergen; pero todos parecen originarse en un foco imaginario situado detrás del espejo.



Algunos espejos retroscópicos son convexos. Reflejan la luz de un área muy amplia y el conductor obtiene una imagen chica pero que le permite ver todo el camino.

EL PETRÓLEO

El petróleo, "oro negro" de los literatos, es un elemento fundamental de la vida moderna. La mitad de la energía que se consume en el mundo proviene de él y de su compañero de yacimiento: el gas natural. Sus derivados mueven motores marinos, terrestres y aéreos. Su papel en la calefacción no es desdeñable, como tampoco el que desempeña en el alumbrado por mediación de la energía eléctrica. Pero el petróleo no es sólo un combustible; es una fuente de lubricantes, sin los cuales ninguna máquina podría funcionar; de él se extraen parafinas, vaselinas y ceras; y la petroquímica, su hija menor y quizá más prometedora, nos brinda caucho sintético, fibras artificiales y toda clase de materiales de uso diario.

El petróleo tiene prehistoria e historia antigua y moderna. Las primeras fases influyeron escasamente sobre la civilización; pero la última fue hecha por el hombre y se ha transformado casi en un signo distintivo de la época. La palabra "petróleo" es antigua; deriva del latín y significa "aceite de piedra" o aceite mineral. Una de sus formas, el asfalto o betún de Judea, se conoce y utiliza desde la más remota antigüedad. Entre los fenicios servía para calafatear las embarcaciones; para los sumerios y babilonios era una especie de argamasa empleada en la arquitectura; y hasta los egipcios lo aprovechaban como accesorio en la preparación de las momias.

Sólo al comenzar la edad de las máquinas el petróleo adquirió valor y hubo hombres que con extraordinario ahinco lo buscaron y extrajeron. En 1859 se perforaba en Titusville, Pennsylvania, a sólo 20 metros de profundidad, el primer pozo de petróleo que producía menos de 5.000 litros por día. Con todo, la lámpara de queroseno se extendió por el mundo entero. Mucho más tarde se divulgó el motor a explosión. La producción actual de los pozos petrolíferos es de casi tres mil millones de litros por día.

ORIGEN

Los grandes yacimientos que hoy explotamos se formaron hace millones de años con los depósitos de minúsculos cadáveres de plantas y animales que abundaban en mares tropicales interiores poco profundos. Allí los cubría muy pronto el barro que desde la tierra arrastraban ríos y arroyos. El espesor de esa napa mineral aumentó gradualmente y, gracias a fenómenos químicos que aún se discuten, los restos orgánicos se convirtieron en petróleo. Los factores más importantes fueron, sin duda, la presión producida por el peso de sedimentos ulteriores y el calor; pero la acción de las bacterias, especialmente en la transformación final, no puede desconocerse.

De todo esto surgen dos consecuencias importantes: primera, que el petróleo se encontrará donde hubo sedimentación; y segunda, que se presentará mezclado con arena y barro.

Pasaron miles de siglos y, poco a poco, los sedimentos se convirtieron en rocas, que se llaman precisamente "rocas sedimentarias". El petróleo, sometido también al peso de las capas superiores pero más liviano que la arena porosa que embebía, tendía a escapar de ésta subiendo. En muy pocos casos el petróleo pudo llegar por sucesivas infiltraciones hasta la superficie; en general quedaba atrapado por una capa de roca impermeable (ni arenosa ni caliza). En geología una loma se llama "anticlinal" y un valle se llama "sinclinal". La trampa donde quedaba aprisionado el petróleo que ascendía era, por lo general, una anticlinal, una bóveda.

BÚSQUEDA DEL PETRÓLEO

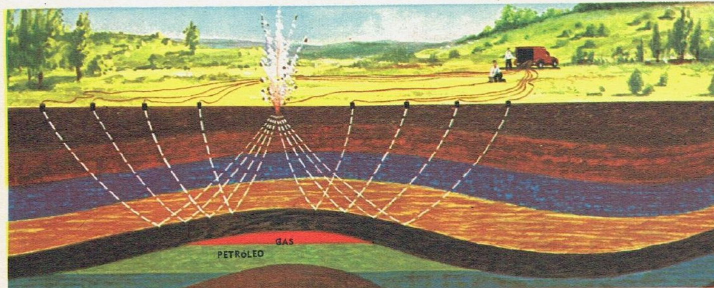
Es éste un aspecto que el público conoce mal. En la época heroica los buscadores se basaban en indicios superficiales o en fórmulas descabelladas; el rendimiento era realmente bajo; un pozo productivo por cada 25 perforaciones. El petróleo abunda, pero no se lo encuentra con facilidad. Las condiciones necesarias para que se acumule en cantidades comercialmente interesantes (gran anticlinal de roca impermeable) hace que se esconda en las profundidades. Los geólogos estudian primero esa posibilidad y preparan, mediante fotografías aéreas, un mapa detallado de la región que les permita descubrir algún arco grande de roca caliza o arenisca cubierto por una cúpula de roca impermeable.

Pero cada vez es más cierto que en la actualidad "el laboratorio descubre más que el taladro". Se provocan por ejemplo terremotos en miniatura, que miden y analizan delicados instrumentos llamados *sismómetros*, como se ve en la figura. Los resultados muestran la posición de la capa de roca dura. El magnetómetro es un aparato que, al indicar el depósito lento de sedimentos con cierta orientación magnética, puede ser una fuente inapreciable de datos. Por otra parte sabemos, desde Newton, que la atracción de los cuerpos es proporcional a su masa; ahora bien, como el petróleo es tres o cuatro veces más liviano que las rocas, en las regiones donde el aceite mineral abunda, un instrumento sensible, denominado *gravímetro*, señalará al observador una alteración de la gravedad. Por último se ensayan cada vez más los métodos modernos de conductibilidad eléctrica subterránea.

PERFORACIÓN

Aquí domina el aspecto mecánico. Aunque el rendimiento ha mejorado, los pozos más accesibles desaparecen y sólo una perforación de cada cinco da resultados positivos. Debe tenerse en cuenta que existen varios factores de incertidumbre, en especial acerca de la extensión del yacimiento. Actualmente se obtiene petróleo de profundidades de hasta 6.000 metros.

Al acercarnos a una zona petrolífera lo primero que se ve son los "derricks", o torres de perforación, tanto más elevados cuanto más profundo se supone



Estudio sísmico del subsuelo. Las ondas de choque de explosiones poco profundas se propagan en todas direcciones. Los sismómetros registran las ondas reflejadas en las capas de roca. El tiempo empleado y la dirección de las ondas indican la profundidad de la capa y su forma.

que será el pozo. Un "derrick" es una torre o castillete de vigas de acero cuya altura media es de unos 50 metros. Levanta los tubos de perforación, los coloca en su lugar y, mediante una mesa rotatoria, introduce en el suelo un tubo provisto de un trépano de metal duro en su extremo. El trépano es una herramienta de corte con grandes dientes metálicos; es de diámetro superior al del tubo y arrastra a éste hacia abajo mientras pulveriza la roca. Cuando un tubo queda debajo de la superficie se le acopla otro, y así sucesivamente a medida que adelanta la perforación.

El agujero que produce el trépano es, como sabemos, un poco más ancho que el tubo. En éste se introduce una especie de barro calizo que ayuda a remontar los residuos por la periferia, enfría al trépano, rellena las paredes y equilibra las presiones. La aglutinación por el barro es importante para evitar el desmoronamiento del pozo, y si las circunstancias se agravan se recurre a revestimientos de acero. El hormigón también ayuda a asegurar mejor la estabilidad. No existe un trépano óptimo universal.

EXTRACCIÓN

Cuando el trépano llega a la napa de petróleo se atraviesa por una fase peligrosa. En efecto, el petróleo se encuentra a gran presión mezclado con gas y agua; produce entonces un chorro violento, incendiable y difícil de controlar. En la actualidad se procura equilibrar esa presión con agua regulada mediante un juego de válvulas. Después de extraer cierta cantidad de petróleo la presión disminuye y llega el momento en que es necesario elevarla artificialmente desde la napa inyectando agua o gas. Sin embargo, el agotamiento de un pozo depende en gran parte de la técnica de extracción. Hace muchos años los petroleros obedecían a un aforismo erróneo: "si se tapa un pozo éste se agota". Los primeros que se atrevieron a desafiar esa creencia generalizada acumularon grandes fortunas porque dieron al aceite mineral tiempo suficiente para filtrar de nuevo a través de la capa arenosa.

REFINACIÓN

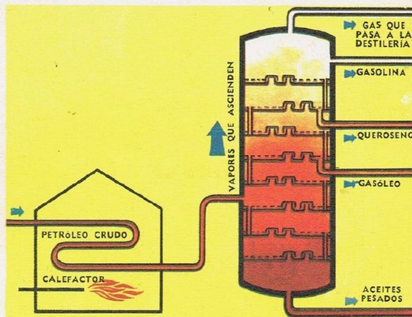
El líquido que se extrae de una región tiene una composición peculiar que, por lo general, no responde a las necesidades de la industria. Por medio de la destilación fraccionada, es decir, hirviendo el petróleo y condensando sus ingredientes según sus distintos puntos de ebullición, se los separa en sus componentes iniciales. En todas las destilerías existen para esta fase unas altas torres, llamadas "torres de destilación fraccionada" que recogen los distintos líquidos en recipientes separados.

La refinación propiamente dicha consiste en un tríptico notable. En primer lugar el craqueo, que produce hidrocarburos más livianos, como se explicó en una nota anterior. Luego la preparación de antidetonantes, que evitan explosiones dentro de los motores, y la de carburantes para aviones a chorro, que ha rehabilitado en parte la familia del queroseno. Y por último la petroquímica, la gran industria que partiendo de gases que antes se disipaban en la atmósfera elabora toda clase de polímeros (grandes moléculas sintéticas) y endurece los materiales mediante la hidrogenación catalítica.

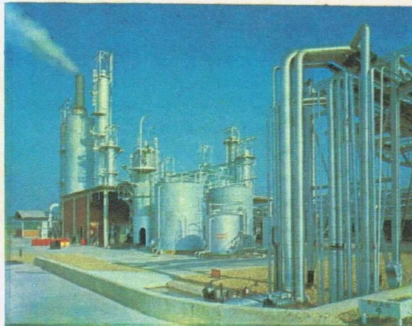
TRANSPORTE Y PROGRAMACIÓN

La fortuna de Rockefeller no provino de la extracción, sino del transporte. Actualmente los oleoductos compiten encarnizadamente con los barcos petroleros que aumentan su tonelaje y ensayan enormes "salchichas" flotantes de material plástico para abaratar el transporte. En el aspecto minorista, la elección entre vagones y camiones es generalmente cuestión de distancia.

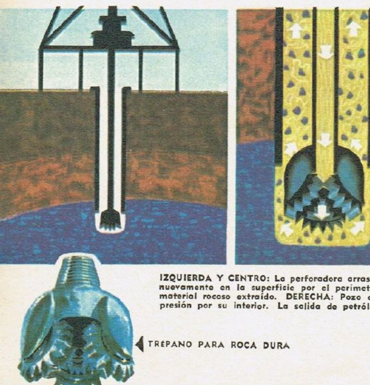
De todos modos la *programación*, o sea el nexo entre el petróleo como punto de partida y la infinidad de productos manufacturados como punto de llegada, es tan complicada que debe confiarse a cerebros electrónicos. Las necesidades irreversibles del consumo y de la técnica están llevando a las empresas petroleras a una grandiosidad inevitable.

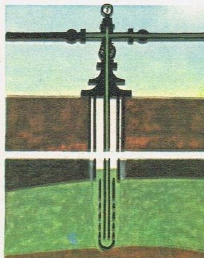


Fraccionamiento del petróleo crudo.



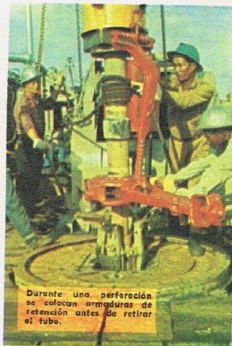
Vista parcial de una refinería de petróleo.



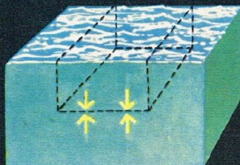


IZQUIERDA Y CENTRO: La perforadora arrastra al tubo. Por él se envía barro acuoso que se recoge nuevamente en la superficie por el perímetro de la perforación. Se aprovecha para examinar el material rocoso extraído. DERECHA: Pozo en producción. El petróleo mezclado con gases sube a presión por su interior. La salida de petróleo se regula mediante válvulas.

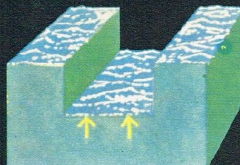
TRÉPANO PARA ROCA DURA

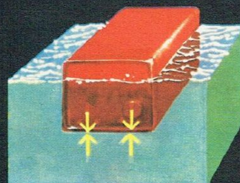


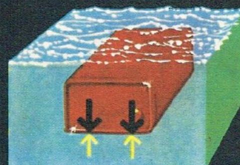
Durante una perforación se colocan armaduras de retención antes de retirar el tubo.

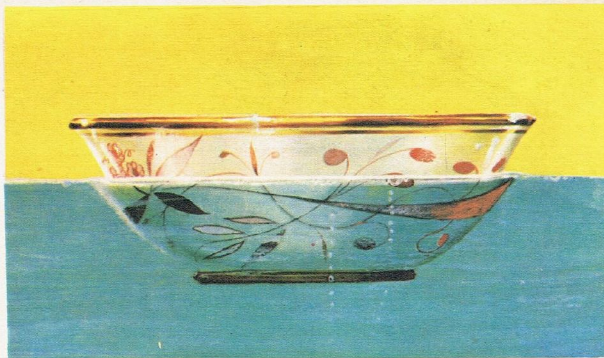












POR QUÉ FLOTAN LOS CUERPOS

Supongamos un líquido en reposo. Tal como se ve en la figura superior de la columna negra de la izquierda, aislemos mentalmente de él una porción cualquiera. Esa porción tiene cierto peso, y sin embargo está inmóvil; en otras palabras, el resto del líquido la sostiene con una fuerza *igual y de sentido contrario* a su peso. Sabemos que esas fuerzas existen porque al retirarse una parte del líquido el resto ocupa inmediatamente su lugar.

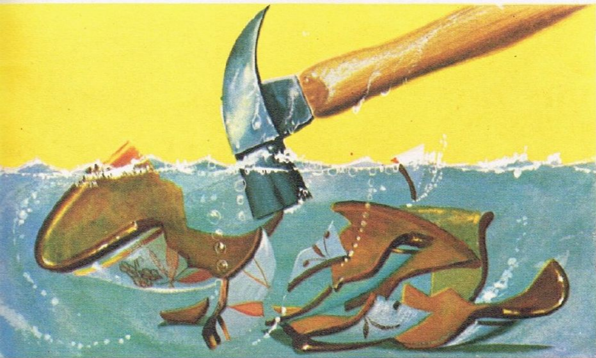
Ahora, imaginariamente, como se ve en la segunda figura, separemos esa porción de líquido. Eliminada esa masa de materia quedan libres las fuerzas, indicadas con flechas amarillas que apuntan hacia arriba y que podrían soportar algún otro objeto del mismo peso.

OBJETOS QUE FLOTAN Y OBJETOS QUE SE HUNDEN

La tercera figura de la columna de la izquierda es la de un recipiente vacío. Se hunde exactamente hasta el punto en que la porción de agua que desaloja es igual a su propio peso. Puede estar lleno, por ejemplo de un líquido mucho más liviano que el agua, como es la gasolina. Pero si se lo llena de un líquido muy pesado, como el mercurio, ya no podrá flotar: su peso será *siempre* mayor que el del agua que desaloja; ésta no podrá equilibrarlo, y se hundirá hasta tocar fondo.

Hemos hablado de recipientes, y es un recipiente el que se representa en la última figura. Pero lo dicho se aplica a cualquier otra clase de cuerpos: así, por ejemplo, los metales se hunden, mientras la madera suele flotar. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la madera flota porque encierra aire en sus fibras; poco a poco el agua se infiltra y desaloja el aire de las cavidades, de manera que la madera concluye por hundirse. Los patos tienen una glándula sebácea junto a la cola; con ella engrasan sus plumas y pueden retener aire entre ellas, lo que les permite flotar. Si se echa detergente en el estanque se hunden en pocos segundos.





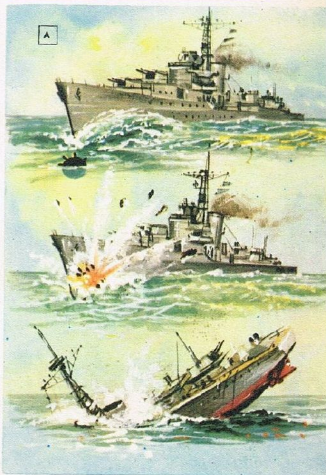
Como queda convenientemente ilustrado en las figuras de estas páginas, un recipiente de vidrio flota al desalojar su propio peso en agua. Pero, en cambio, si se lo rompe, los pedazos se hundirán porque son más densos que ésta.



Una lata vacía flota.

Una lata llena de gasolina flotará aún, porque ésta es mucho más liviana que el agua.

Una lata llena de agua se hunde.



LOS BARCOS

Los barcos suelen ser de metal y sin embargo no se hunden. La explicación está dada por la ilustración de la fuente de vidrio que recibe un martillazo. El vidrio es mucho más pesado que el agua, pero mientras puede conservar aire en su interior, flota de la misma manera que la lata vacía de la figura de la izquierda. Al quedar convertida en trozos, éstos pesan individualmente más que el agua que desplazan y van naturalmente hacia el fondo.

Los barcos de metal se basan en el mismo principio; por esta razón un torpedo, al dar por debajo de la línea de flotación, los hunde (Fig. A). Recordemos, con todo, que en previsión de esta eventualidad suelen estar divididos en compartimientos estancos.

FLOTACIÓN EN EL AIRE

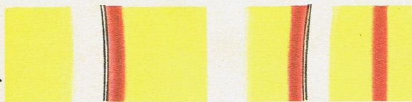
Los globos se basan en el mismo principio. El precursor de todos los globos aerostáticos, el de los hermanos Montgolfier, utilizaba aire caliente porque éste se dilata y se vuelve más liviano con el aumento de temperatura. Los globos modernos usan gases ligerísimos como el hidrógeno, que pesa unas 15 veces menos que el aire (un litro de éste equivale a 1,293 gramos). En los dirigibles, con el objeto de evitar accidentes, pues el hidrógeno es muy inflamable, se emplea el helio que pesa aproximadamente unas siete veces menos que la atmósfera.

En notas ulteriores veremos cómo las microbalanzas de precisión utilizan también este principio que Arquímedes hace ya dos mil años enunció: "un cuerpo sumergido recibe un empuje hacia arriba igual al peso del líquido que desaloja". Por último no olvidemos que la atmósfera se rarifica con la altura y se vuelve entonces menos densa: de allí que los globos-sonda tengan un límite práctico, y que al lanzarlos se los infle poco para permitir que sus gases se dilaten al llegar a las capas superiores de la atmósfera.



ONDAS SONORAS

Nuestro oído es un maravilloso analizador de ondas sonoras. Es decir, que las separa y las distingue. En una nota ulterior explicaremos su mecanismo, que tiene sus limitaciones: no percibe una vibración cuya frecuencia sea inferior a 20 ciclos por segundo o superior a 20.000. Con la edad disminuye sensiblemente la capacidad de percibir los sonidos más agudos, o sea los de más alta frecuencia. La transmisión desde la membrana del tímpano hasta el oído interno se hace por una complicada cadena de huesecillos: cuando las articulaciones de éstos están endurecidas, el sujeto oye mejor en medio de un ruido generalizado que mantiene su oído en agitación, que en un ambiente de silencio.



Al moverse en un sentido la cuerda de la izquierda comprime el aire frente a ella y deja un vacío parcial detrás suyo. Al volver en sentido opuesto ocurre exactamente lo contrario. Esas ondas de compresión se propagan por el aire en todas las direcciones (abajo).



ONDA DE COMPRESIÓN

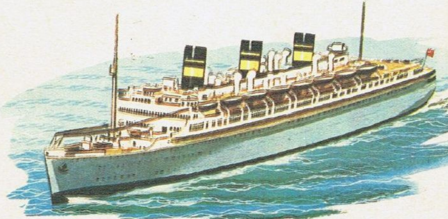
Cuando una cuerda tensa vibra, comunica su movimiento de avance y retroceso al aire circundante; las moléculas de éste, a su vez, hacen lo mismo con las moléculas contiguas. Y así sucesivamente. Esto se llama *onda de compresión*.
La onda de compresión se propaga en todas direcciones. Un movimiento completo de ida y vuelta de la cuerda se denomina *ciclo*; por ejemplo, los diapasones comunes efectúan unos 800 ciclos por segundo. Es fácil comprender que una onda sonora se compone de una compresión seguida por una depresión, y así se transmite al tímpano. Resulta también evidente, y la experiencia lo confirma, que en el vacío el sonido no se transmite. Todo sonido es una vibración; pero no toda vibración es un sonido, como, por ejemplo, la que imprimimos a una cuerda floja.
Si hacemos vibrar un diapasón con una cerda pegada en una de sus puntas y sobre ella deslizamos un vidrio ahumado, obtenemos un "gráfico" del sonido. Lo importante es que al disminuir la intensidad del sonido, la amplitud de la onda se reduce; pero la nota, es decir la frecuencia del sonido, se mantiene siempre. El diapasón tiene su propio ritmo, como los péndulos que, por ello, se usan en los relojes.

VELOCIDAD DEL SONIDO

En el aire el sonido recorre unos 340 m. por segundo, es decir que tarda unos 3 segundos para recorrer un kilómetro; por eso solemos ver el relámpago antes de oír el trueno. La velocidad depende de la compresión de las moléculas, y por esta razón varía mucho con la temperatura y la altura (la humedad tiene poca influencia).
El sonido se transmite también bajo el agua (a velocidad cuatro veces mayor) o a través del hierro (a velocidad 15 veces mayor). Por eso oímos sumergidos, y cuando alguien martilla un caño se percibe en todo el edificio. Si tuviéramos que transmitir un mensaje acústico a 60 Km. tardaría 3 minutos en llegar por aire y sólo 12 segundos golpeando una vía férrea.
En líneas generales el frío equivale a una mayor lentitud de las moléculas y del sonido: por esta razón se intentan los records de velocidad de los aviones en los climas cálidos, donde la barrera del sonido se sitúa algo más lejos.

USOS

Muchos faros emiten, junto con los rayos luminosos, un sonido especial: el observador del barco registra el tiempo transcurrido entre la recepción de la señal luminosa (casi instantánea) y la de la acústica, y calcula fácilmente la distancia del faro.
Cuando un objeto que emite ondas periódicas de compresión se acerca a nosotros a gran velocidad, éstas se agolpan en el aire: su frecuencia se hace mayor y por lo tanto su longitud de onda es menor. Entonces el sonido es más agudo que el original. Si la fuente se aleja el sonido resulta más grave. Cuando dos trenes se cruzan y hacen sonar sus silbatos, mientras se acercan éstos son agudos; y se vuelven graves cuando se alejan. Este fenómeno se llama *efecto Döppler*; como la luz es también una vibración permite saber a los astrónomos si una estrella se aleja de la tierra o se acerca a ella (cuando se aleja, las rayas de su espectro se desvían hacia el rojo; cuando se acerca, las rayas de su espectro se desvían hacia el extremo violeta). Con el advenimiento de la aviación supersónica se ha creado el *mach*, que significa simplemente la velocidad del sonido: se habla así de aviones de 1, 2, 5 y hasta de 20 ó 25 mach para los medios ultraenrarecidos. La velocidad de los proyectiles de los cañones modernos es enorme y el observador situado cerca del lugar del disparo oye dos sonidos: uno normal, que proviene de la boca del cañón, y algo después el del proyectil que se adelantó al sonido que produce: este fenómeno permite la rápida ubicación de la artillería por el sonido. Se llama *onda de choque* la compresión explosiva que produce el avión al pasar de una velocidad infrasónica a otra supersónica.



Un barco puede calcular la distancia de un faro si éste emite simultáneamente una señal luminosa y otra sonora.

KEPLER y las leyes de los planetas

Juan Kepler (1571-1630)

En los límpidos cielos de Babilonia y Egipto, la Astronomía, la más antigua de las ciencias, fascinó a los hombres y les reveló la majestad del Universo. Nadie sabe qué sería de nosotros si nuestro cielo, como el de Venus, estuviera perpetuamente oculto por las nubes.

No hablaremos del paso del mito a la ciencia. Pero era evidente a los sentidos que todo el cielo giraba en torno a la Tierra, y el sistema de Tolomeo, del año 150, obedecía a esta lógica experimental. Además las estrellas se movían *todas juntas* (apariencia debida a la rotación de la Tierra), y era natural considerarlas como puntos brillantes de una esfera hueca única. El Sol, con un movimiento un poco diferente, pertenecía a otra. El problema se presentaba con los planetas: Marte, por ejemplo, gira más lentamente que la Tierra, y lo vemos retrogradar, como vemos "retroceder" al automóvil al que nos adelantamos. En pocas palabras, los movimientos aparentes de cada planeta eran unas especies de cicloides o rosetas ensortijadas.

PRECURSORES

Llevó varias generaciones pasar del astrólogo al astrónomo. Copérnico, que no se atrevió a que su sistema se publicara durante su vida, fue el primero en considerar a la Tierra un planeta más. Como supuso al Sol en el centro del Universo su teoría se llama "heliocéntrica". Pero aún tres generaciones después el gran Tycho Brahe negaba todo valor a esta verdadera revolución en la *arquitectura* del sistema solar.

Sin las extraordinarias mediciones de Tycho Brahe la obra de Kepler hubiera sido imposible. El primero, preciso, reunió los elementos; el segundo, imaginativo, formuló las leyes.

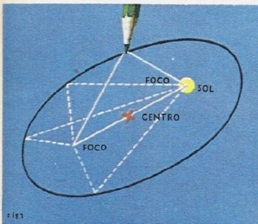
KEPLER

Juan Kepler, alemán, hijo de un soldado de fortuna, endeble, de vista débil a consecuencia de la viruela, fue algo así como un espíritu "romántico". Se casó con una joven bella y rica, pero perseguido y arruinado debió huir a Praga donde lo ayudó el que habría de ser su maestro y amigo, Tycho Brahe, astrólogo del emperador.

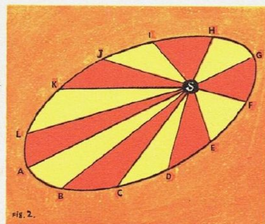
EL PROBLEMA DE KEPLER

Kepler no explicó el sistema solar; solamente pretendía describirlo. Pero carecía de toda base: se hallaba sobre la Tierra, que

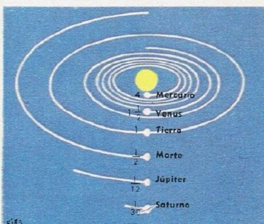
PRIMERA LEY DE KEPLER: "Las órbitas de los planetas son elipses, en uno de cuyos focos está el Sol". En una elipse la suma de las dos líneas que pasan por la punta del lápiz es invariable: con dos alfileres, un lápiz y un hilo flojo es fácil describir una elipse. Los jardineros emplean un método similar. La creencia en la existencia de órbitas circulares hizo que se demorara durante muchísimo tiempo el desarrollo de la astronomía.



SEGUNDA LEY DE KEPLER: "La recta ideal que une el Sol y el planeta «barre» áreas iguales en tiempos iguales". Cuando el planeta se acerca al Sol su velocidad aumenta y compensa el acortamiento del radio y de la distancia. Como tarda el mismo tiempo en pasar de A a B o de D a E, etc. la superficie de todos los triángulos "barridos" es siempre la misma. Pero esta ley no nos dice por qué los planetas más lejanos son los más lentos.



TERCERA LEY DE KEPLER: "El tiempo empleado por un planeta para recorrer su órbita aumenta con su distancia al Sol": los "años" de los más cercanos al Sol son muchos más cortos que los de los exteriores. Mercurio, cuya distancia al Sol es menos de la mitad que la de la Tierra, sólo requiere 88 días terrestres para completar su órbita, es decir, unas 4 veces menos. El diagrama muestra cuántas órbitas completa cada planeta cuando la Tierra efectúa una entera.



describía una curva desconocida y tenía que estimar las órbitas también desconocidas de los planetas. Partió entonces de las extraordinarias tablas de Tycho Brahe, ya muerto, sobre la trayectoria aparente de Marte. El año marciano dura 687 días; partiendo de su posición en el primer día y valiéndose de los instantes en que el planeta se enfrentaba con el Sol, tras años de paciencia pudo formular sus leyes.

TERCERA LEY

Las figuras ilustran claramente la primera y segunda ley de Kepler. Pero la tercera ley merece un párrafo aparte, porque fue la base de la ley de Newton y permitió calcular las masas de los planetas. Kepler la formuló en condiciones desastrosas: en 1612 perdió a su esposa, a su hijo y a su protector el emperador; profesor en Linz desde entonces, sufrió persecuciones. Además de concluir las tablas "rodolfinas" de su maestro, precursoras de los actuales almanaques náuticos, formuló su ley cumbre.
La fórmula matemática de esta ley es: el "año" de cada planta elevado al cuadrado es proporcional al cubo de su distancia media al Sol.
Su tumba lleva una inscripción que es la síntesis de su vida: *Per aspera ad astra* o sea "por la dificultad hacia las estrellas".

LA ÉPOCA

En el siglo XVII florece por fin la física. Galileo la asienta sobre nuevas bases y nuevos métodos. Kepler formula las leyes empíricas que rigen el recorrido de los planetas. Y Newton, que ocupa indiscutiblemente el primer lugar, crea la *mecánica celeste* al explicar cómo y por qué se producen esos movimientos.
Debe tenerse en cuenta que las observaciones de Tycho Brahe y Kepler son anteriores a la invención del telescopio. Brahe no cometió ningún error superior a 8 minutos de arco.
Kepler llegó a corregirlos, pero si hubiera dispuesto de los aparatos modernos que miden segundos de arco habría quedado desorientado abandonando, sin duda, la búsqueda de sus leyes (debido a las pequeñas irregularidades de Marte).
Galileo, que no inventó el telescopio pero que en un santiamén se fabricó uno, sólo podía ver unas "orejas" en Saturno en lugar de anillos. Sin embargo, nos abrió un universo nuevo, que causó mucho más asombro que la expansión del universo o la antimateria de que nos hablan los modernos. No olvidemos que entretanto su contemporáneo Leeuwenhoek nos revelaba el otro extremo del infinito, lo indeciblemente pequeño.

NEWTON

Durante siglos la humanidad se preguntó por qué la Luna no caía. Newton, que conocía y admitía ya el principio de inercia, por el contrario, se preguntó por qué la Luna no salía disparada de su órbita. Comprendió entonces que la Tierra la atraía, o sea que la Luna, como la célebre manzana, caía continuamente. Así pudo explicar las leyes de Kepler.

SÍNTESIS DE LAS LEYES DE KEPLER

La circunferencia tiene un solo centro y un radio invariable. La elipse, que los antiguos ya conocían, tiene dos centros y la suma de los radios es constante (ver figura).
La primera ley de Kepler se refiere a las *trayectorias* de los planetas: son elipses con el Sol en uno de los focos, y nada en el otro foco.
La segunda ley es la de las áreas. En tiempos iguales el planeta barre superficies iguales: es decir que cuando su radio es más corto su velocidad debe ser mayor.
La tercera ley. Se llama ley *armónica* y nos dice qué velocidad tiene el planeta según su distancia al Sol. Pero, como el planeta "cae" como la Luna, es fácil calcular su masa. Esto permitió a Newton reunir las tres leyes en una sola: *todo ocurre como si los cuerpos se atrajeran en proporción directa al producto de sus masas, e inversa al cuadrado de sus distancias.*



TAXONOMÍA

APARICIÓN DEL CELOMA

Los animales estudiados hasta ahora eran como una pelota desinflada y hundida, o como el termo cuyo esquema vimos en un artículo anterior. Se componían de dos capas: la exterior o ectodermo, destinada a la vida "de relación"; y la interior, o endodermo, digestiva. Pero ahora el espacio entre ambas se rellena: aparece el **mesodermo.** La cavidad principal perivisceral en la que el tubo digestivo está como suspendido, es el **celoma,** propio de los animales superiores.
Su primera función, la de "hemoceloma", es llevar en sí el sistema sanguíneo; pero puede abrirse al exterior, para excreciones diversas. El **parénquima** no es más que una formación esponjosa, que rellena huecos. Por extensión, los tejidos "parenquimatosos" son los laxos y blandos.
Comenzamos hoy con los animales celomados, cuyos órganos "flotan" en una atmósfera de mesodermo (el celoma).

Sub-reino ectoproctos. — Pequeñas formas acuáticas sedentarias que suelen agruparse en colonias fijas. A menudo se los denomina **polizoos** y viven como incrustaciones en algas y rocas costeras, donde sus duros caparazones sobreviven a su huésped. En torno a la boca un anillo de tentáculos ciliados atrapa partículas de alimentos (p. ej.: **plumatella,** 1).

Sub-reino braquiópodos. — Todos animales marinos, con dos valvas y unos brazos ciliados, enrollados dentro de la valva, que renuevan el agua nutricia (p. ej.: **terebrátula,** 2).

Sub-reino quetognatos. — Pequeños, alargados, viven en la superficie del mar y capturan las presas sus mandíbulas y sus dientes córneos. La cubierta exterior se extiende formando "aletas" (p. ej.: **saggita,** por su forma aflechada, 3).

Sub-reino anélidos. — **Segmentados,** es decir, divididos en anillos básicamente iguales. Poseen un celoma, un sistema sanguíneo y un sistema nervioso de integración bastante completo. Forman seis clases: **poliquetos,** gusanos marinos, con cerdas que brotan en grupos de cada segmento. Poseen mandíbulas (p. ej.: **nereis,** 4) o brazos ciliados (p. ej.: **sabella,** 5) o una simple boca tubular (p. ej.: **arenícola,** 6). Muchos poliquetos construyen túneles calcáreos o silíceos en los que transcurre toda su existencia. La clase de los **oligoquetos** tiene pocas cerdas: esos anélidos pueden ser terrestres, como la lombriz de tierra (**limbricus,** 7), o acuáticos (**tubifex**). Las sanguijuelas pertenecen a la clase de los **hirudíneos,** por lo general sin cerdas pero con bocas chupadoras en ambos extremos (p. ej.: **hirudos,** 8). Los **arquianélidos** abarcan un grupo de pequeños animales marinos frecuentemente sin cerdas (p. ej.: **nerilla,** 9). La clase de los **equiuroideos** reúne otros pequeños seres ciliados pero poco segmentados (p. ej.: **bonella,** 10). Los **sipunculoideos** poseen grandes espacios celómicos y carecen de cerdas (p. ej.: **sipunculus,** 11).



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

PRO Y CONTRA DE LA INYECCIÓN EN LOS AUTOMÓVILES

La ventaja de la inyección en el consumo de gasolina es casi imperceptible; la potencia y el arranque mejoran. El placer deportivo, la sensación de tener HP de sobra y una flexibilidad indiscutible, son sus mayores ventajas. El aspecto negativo es su costo elevado. Pero el porvenir está a favor de la inyección porque estas mejoras rara vez son súbitas.

El carburador. — Técnicamente el problema es antiguo. Cuando, hace ya un siglo, nació el motor a explosión, su rendimiento era bajo; se procuró entonces quemar el combustible en el interior mismo del cilindro. Como aquél era líquido, lo mejor era pulverizarlo, y así nació el carburador. Cuando el pistón se retira dentro del cilindro aspira aire como una jeringa y arrastra consigo algo de combustible.

La dificultad consiste en que la proporción cambia según sea necesario arrancar, correr a gran velocidad, viajar lentamente, etc. Entonces el carburador se duplicó, se cuadruplicó, adquirió varios cuerpos; actualmente representa un compromiso muy honorable entre las exigencias de la economía y las necesidades de potencia.

La inyección. — Su idea maestra es obtener una mezcla de rendimiento ideal para cualquier régimen de motor, es decir, dosificar la cantidad exacta de carburante en función del aire aspirado. Esto no ocurre con el carburador: si el pistón aspira con lentitud no entra bastante combustible, e inversamente si su régimen es veloz. Como además los motores diesel ya poseían inyectores de combustible, bastaba conjugar la salida del inyector con la tubería del aire para tener siempre una mezcla de oxígeno y combustible en la dosis exacta. Pero desgraciadamente la bomba de inyección diesel es para gasóleo, que lubrica; en cambio la gasolina reseca las bombas y como las dosis de combustible son microscópicas el menor defecto del lubricante basta para alterar las proporciones.

En 1954 la inyección hizo su estreno triunfal en los Mercedes de carrera. Pero en los coches comunes los inyectores son simples pulverizadores que sufren todos los inconvenientes de una pieza de precisión que trabaja a altas temperaturas y presiones elevadas.

La inyección es siempre muy superior a los carburadores, sean éstos simples, dobles o múltiples; sin embargo, la mayoría de los automóviles de turismo conserva el carburador porque el costo de la inyección es excesivo comparado con las ventajas que brinda actualmente.

PLACEBO

Es un falso remedio carente de sustancias activas, pero de aspecto idéntico al del verdadero. Se lo utiliza cuando se ensaya una nueva droga; parte de los enfermos recibe el remedio, y la otra parte, sin saberlo, solamente placebos. Se procura descartar así la ilusión, o el optimismo comunicativo de los médicos que ensayan la nueva terapéutica.



CORREO DE LECTORES

COHETES DE ALCANCE MEDIANO

¿Qué utilidad tienen los pequeños cohetes científicos que llegan a alturas muy inferiores a las de los satélites? (P. V.)

Los sateloides son admirables instrumentos, que nos han revelado mucho y dejan entrever que ignoramos más aún: pero sólo son útiles a partir de los 200 Km. de altura. Debajo de 40 Km. las observaciones se hacen desde tierra, principalmente con globos. La zona entre 40 y 200 Km. de altitud es la que se reserva a los cohetes de alcance intermedio. Sus dos dificultades son: escasa permanencia y difícil recuperación de los aparatos de registro. Sus ventajas son: fotografías astronómicas más claras y eyección de nubes de sodio (o mejor aún de potasio, más escaso en la atmósfera), antes del alba o a la puesta del Sol. Esas estelas, bañadas por la luz del Sol fuera de la penumbra terrestre, son fácilmente observables y nos informan sobre las violentas turbulencias y la densidad de la atmósfera a esa altitud. Además, las rayas espectrales nos dicen su temperatura. Los efectos acústicos y ópticos de ocasionales granadas explosivas confirman temperaturas y densidades. En esa capa ya no hay casi gases de origen terrestre, y tampoco iones.

LA FÓRMULA DEL TSUNAMI

¿Cuál es la fórmula matemática de la velocidad de las grandes olas en los maremotos? (P. O. B.)

Según la teoría, $v = \sqrt{gh}$; **v** es la velocidad de la ola, **g** la aceleración de la gravedad y **h** la profundidad del sismo.

MINAS SUBMARINAS

Aparte del petróleo ¿se ha encarado la explotación minera de los fondos oceánicos? (J. P.)

Los depósitos más ricos que se conocen son los de manganeso, cobalto y níquel, en ese orden. Desde 1958 la UNESCO recomendó el estudio de este "sexto continente". La oceanografía debe recuperar su retraso; todas las universidades dictan cátedras de geografía, pero poquísimas las tienen de oceanografía.

LA REPRESA DE ASUÁN

¿Justifican las ventajas de la represa de Asuán el sumergir admirables tesoros —muchos de ellos aún inexplorados— del Antiguo Egipto? (L. B.)

Es cuestión de puntos de vista. La represa comenzada en 1899 sólo llegó a proyectarse para 40 metros de altura, pero entonces no se enfrentaba la explosión demográfica provocada por la nueva medicina. Egipto es en realidad uno de los países de mayor densidad de población en el mundo, si se descuenta la gran proporción de desiertos inhabitables, y se prevé que contará con 8 millones más dentro de 10 años. El nuevo dique, 6 Km. aguas arriba de la antigua presa, tendrá 180 metros de alto. A pesar de su lago de 130.000 millones de m³. (de los que la evaporación tropical quitará el 10% anual) permitirá sólo la **regularización de la irrigación** por el Nilo. En efecto, el caudal de 9.000 m³/seg. de éste es minúsculo frente a los 120.000 del Amazonas, a los 45.000 del río de la Plata, a los 38.000 del Paraná, a los 15.000 del Orinoco, a los 35.000 del río Congo y a los 25.000 del Níger.

Además, las tierras sedientas de Nubia y del Alto Egipto, seguirán devorando una gran parte del agua. Pero se podrán roturar 10.000 Km². más y habrá ventajas desde el punto de vista de la navegación.

Energéticamente el panorama es más halagüeño. Asuán producirá unos 10.000.000.000 de kilovatios/hora por año, los que, sumados a los 3.000.000.000 que se instalarán en la antigua represa de aguas abajo, asegurarán una producción de electricidad diez veces superior al consumo actual de Egipto. Esta es una tierra sin combustibles, y la electricidad le ayudará a conjurar su déficit de petróleo. Cerca de la mitad de la electricidad se enviará al Cairo y alrededores, aunque el costo del transporte será bastante elevado.

LA HOMEOPATÍA MODERNA

¿Qué hay de cierto en la homeopatía? (L. P.)

La época de Hahnemann. — Hace dos siglos la medicina carecía prácticamente de remedios, y los grandes médicos debían poseer dones psicológicos extraordinarios; de allí que tantos de ellos fueran además embajadores, ministros, etcétera.

En esos años la homeopatía pudo pretender substituir una medicina que aún balbuceaba. Hoy esto es imposible, y los homeópatas serios son "impuros", no actúan como iluminados. Por ejemplo, al comienzo de una tuberculosis dejan la palabra a la medicina clásica y sus antibióticos, e intervienen sólo en la convalescencia o para las perturbaciones accesorias.

¿Qué es la homeopatía? — Hahnemann abandonó la medicina porque veía claramente su incapacidad para curar, y se volvió traductor. Cierta vez leyó que la quinina, que había perturbado su propio estómago, podía regenerar este órgano. La probó, y con sorpresa vio que el febrífugo le



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

producía todos los síntomas de la fiebre intermitente; de allí su famoso principio "la fiebre cura la fiebre".
Ante un caso de tos ferina infantil, por ejemplo, el médico homeópata prescribirá **belladona** a dosis ínfimas, pues la belladona produce la misma tos que la enfermedad; se conforma así a la **ley de similitud**, piedra angular de la homeopatía.

Una homeopatía razonable. — Muchos síntomas son una **defensa** del organismo ante las agresiones, y un remedio que estimula dicha reacción, en vez de deprimirla, puede ser útil. Pero no todos los síntomas son contraataques.
Hay pues dos clases de medicina. La habitual, o **alopatía**, cura por los contrarios, como cuando se apaga el fuego con agua: por ejemplo, alivia el exceso de sangre con una sangría o la constipación mediante laxantes. La otra es la **homeopatía**, que combate el fuego por el fuego mismo, pero en dosis infinitesimales (suele echarse una gota de remedio concentrado en un gran frasco de agua, una gota de éste en otro gran frasco y así sucesivamente hasta llegar a la décima dilución).

La diferencia no es absoluta. — Los homeópatas suelen emplear un lenguaje desconcertante, pero sus procedimientos no lo son tanto. Behring, fiel discípulo de Pasteur, decía que éste era homeópata porque la vacuna consiste precisamente en dosis infinitesimales de organismos tóxicos que previenen un peligro similar aunque mayor. Muchas alergias se curan con dosis infinitesimales del polen que las produce. Por otra parte, la ley de similitud no es general: un homeópata no administrará plomo, sustancia esclerosante, para curar la esclerosis, porque sabe que el resultado será negativo.

Mediante la experiencia, la homeopatía emerge de la clandestinidad. — Los psiquiatras afirman que el LSD25, droga tóxica que produce síntomas de esquizofrenia, se ha revelado muy útil —en dosis bajas— para curar esquizofrénicos. En pruebas deliberadas se inyectó arsénico a conejos, y al cabo de cierto tiempo la eliminación del veneno se detenía. Pero al administrarles una cantidad infinitesimal de arsénico reiniciaban la expulsión. El mayor problema actual de la homeopatía es combatir a los charlatanes que usufructúan su nombre.

HORA PARA RAYOS X

¿Es cierto que los efectos de los rayos X son distintos según la hora en que se los aplique? (P.H.)
Efectivamente. Según datos publicados en **Science,** se han hecho experimentos con ratas que han permitido comprobar esa diferencia de los efectos de los rayos X. Veinte ratas fueron expuestas a dichos rayos durante horas de la noche y otras tantas en las horas del día. Las ratas expuestas en la sesión "nocturna" resistieron mucho menos que las expuestas en sesión "diurna".
Estas últimas se mantenían sanas después de ciento treinta días de "tratamiento", mientras que ninguna de las que fueron expuestas durante las horas de la noche logró vivir más de trece días.

ALIMENTOS SUPERCONGELADOS

Me refiero a su artículo sobre frigoríficos. ¿Se aplica a los platos preparados que se venden supercongelados? (T.D.)
La conservación del sabor por congelación brusca a unos 40°C. bajo cero se conoce desde 1929, pero fuera de los países nórdicos su expansión fue lenta. El minorista conserva los platos preparados o el pescado a no menos de 18°C bajo cero y el consumidor puede tenerlos durante 24 horas en la heladera común, o 48 horas en la parte de ésta que fabrica el hielo.
En varios países se venden supercongeladores que permiten preparar platos para servir quizá varios meses después y sobre todo adquirir los productos de la estación cuando su precio es menor. Conviene quitar a la carne los huesos y la grasa para que se conserve mejor; no guardar pescado de mar, uva, plátanos, lechuga, pepino, apio, tomates; azucarar las frutas antes de supercongelarlas, y envolver siempre herméticamente todos los alimentos.

Y PARA CONCLUIR...

EVOLUCIÓN HACIA ATRÁS

Existe en Madagascar una mariposa admirable y famosa, la **Urania**. Un conocido biólogo experimentó con ella, sometiéndola a diversos microclimas artificiales. Después de muchos ensayos obtuvo una variación experimental, es decir, una nueva raza. Hasta ahora es todo muy común; pero la nueva variedad es precisamente la **Alcides Aurora,** mariposa de Nueva Guinea, indiscutido antepasado de todo el grupo de los uránidos.

MOISÉS Y LA ELECTRICDAD

Los exegetas explican claramente muchos milagros del Antiguo o Nuevo Testamento por una conjunción de fenómenos naturales, como en el ejemplo clásico de Josué, que al crepúsculo exclama "¡Detente, Sol!", y gana los minutos decisivos para la batalla. Según el Éxodo, el Arca Santa era de madera de Setim revestida de oro por fuera y por dentro. Semejante disposición (madera muy aislante entre dos partes metálicas) es exactamente la de un condensador (dieléctrico entre dos armaduras).
En las regiones ultrasecas del Medio Oriente muchos automovilistas sufren desagradables sacudidas al descender de sus automóviles, aislados por los neumáticos. En estas regiones el campo eléctrico natural puede alcanzar a varios centenares de voltios por metro vertical, y aumenta si el viento proyecta violentamente arena seca.
Ningún profano podía tocar el Arca sin ser proyectado violentamente al suelo. Esta "electrocución" se comprende fácilmente, así como las "llamas del rayo" que rodeaban el arca. Pero ¿cómo Moisés y los sacerdotes que llevaban el Arca Santa no recibían descargas eléctricas? El Éxodo nos dice que los portadores llevaban vestimentas de oro que "barrían el suelo" (algo así como las cadenitas antiestáticas de nuestros camiones-tanques de gasolina). De esta manera el condensador podía descargarse sin causar daño. Al detenerse, el Arca descansaba sobre patas de madera igualmente muy aislantes y se convertía en generador de electricidad estática.

OTRA VEZ ABU-SIMBEL

Para salvar este sepulcro de Ramsés II excavado en una montaña y destinado a quedar bajo las aguas de la represa de Asuán, los ingenieros italianos habían proyectado recortar un trozo del cerro y trasladarlo a un punto más elevado. Pero la UNESCO no pudo reunir el 50% convenido del costo total de 65 millones de dólares.
Se han presentado dos proyectos más económicos que costarían aproximadamente la mitad. El primero es egipcio y consiste en dividir el templo en trozos para trasladarlo y reconstruirlo. El segundo es francés y propone separar el templo de la montaña en un solo pedazo y colocarlo sobre un flotador gigante de hormigón, como existe ya en otras obras de ingeniería: entonces el edificio subiría y bajaría según el nivel de la represa. No se han reunido los fondos necesarios.

NOTICIA DE HACE 100 AÑOS

El motor a explosión: "Oscar H. Kratze de Leipzig exhibe un dispositivo que mezcla petróleo con aire; la mezcla explota por ignición y mueve un pistón sin necesidad de caldera de vapor."

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	30.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COLOMBIA,	Pesos	2,50	*ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4.—
*CHILE,	Escudos	0,60	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—	*VENEZUELA,	Bolívares	1,25

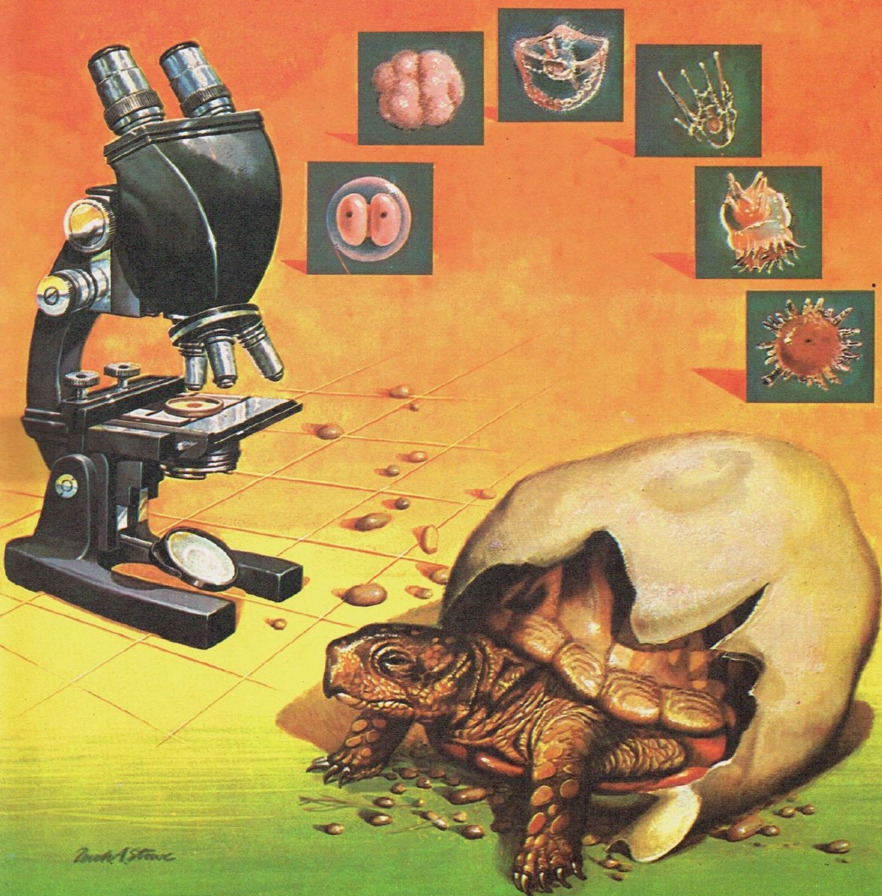
Aparece todas las semanas

*Distribución a partir del 2 de diciembre de 1963

Nº 8

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



CONSEJO DE ASESORES DE TECNIRAMA

AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: Alan ISAACS (prof. Universidad de Londres), energía. Jerome S. MEYER (Ing. Universidad Columbia), potencia. Dr. Duane E. ROLLER (Laborat. de Tecnología Espacial Harvey), trabajo. Dr. Paul W. SCHMIDT (Prof. física Univ. Missouri), potencia. Dr. Eduard G. STUART (Prof. de patología, Virginia), articulaciones. Prof. Gaynor EVANS (Univ. Michigan), esqueletos. Emile BOREL (del Instituto de Francia), vida y probabilidad. Julián HUXLEY (famoso zoólogo), formas de evolución. Dr. Bernard I. SPINRAD (Direc. Div. Reactores Lab. Argonne), dilatación térmica. Dr. Robert E. SNODGRASS (miembro honorario del Smithsonian Inst.), artrópodos. Dr. Cyril M. HARRIS (Prof. Univ. Columbia), resonancia acústica. Prof. Lawrence E. KINSLER (prof. escuela posgrad. Marina EE.UU.), instrumentos sonoros. Prof. Zdenek SEKERA (prof. Univers. de California), espejismos. Dr. John E. GIBSON (Prof. Ing. eléctrica, Univ. de Purdue), solenoides y electroimanes. Harvey FLETCHER (Prof. física Univ. Brigham), acústica. Prof. Donald H. MENZEL (Direc. Observat. del Harvard College), ilusiones ópticas en aviación. John J. EGAN (Union Carbide Metals Company), dilatación térmica. Russell FRANKS (Union Carbide Metals Company), dilatación térmica. Dr. Robert W. YOUNG (Lab. electrónico Marina de EE.UU.), acústica musical.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo al que corresponden.

Publicada en Argentina por

EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



TOMO I
AÑO I
Nº 8

SUMARIO

Distribuidores, Agentes de Suscripciones y Venta de Números Atrasados, ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana S. A., Carrera 7ª nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924. San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S. A., Santo Domingo 1175, Santiago. **EL SALVADOR:** Distribuidora Salvadoreña S. A., Av. España 344, San Salvador. **ESPAÑA:** Central Española de Publicaciones S. A., Balmes 96, Barcelona. **GUATEMALA:** De la Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Srta. Hortensia Tijerino, Salvador Mendieta 111, Tegucigalpa. **MÉXICO:** Distribuidor Dispublex S. A., Dir. responsable Marcial Frigolet, Hamburgo 108, México D. F. **NICARAGUA:** Elías Argeñal (h.). **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S. A., Jirón de la Unión 284, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Compañía Uruguaya de Ediciones S. A., 25 de Mayo 620, Montevideo. **VENEZUELA:** Venezolana de Publicaciones C. A., Princ. a Sta. Capilla 4, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA: LAS METAMORFOSIS DE LOS ORGANISMOS. Se ve una tortuga rompiendo el cascarón, un microscopio binocular y el ciclo vital del erizo de mar.

Correo Apartado Central B | TARIFA REDUCIDA | Nº 7271



NOTICIAS DE HOY

Microscopios agrícolas. — La eficacia de muchos productos químicos que se aplican a las plantas, como los herbicidas, depende de la capacidad de las hojas para retenerlos. Para medir esta capacidad de humidificación, que depende en gran parte de la ultraestructura superficial, es indispensable el microscopio electrónico. Se ha logrado últimamente obtener un molde negativo, de materia plástica, resistente a los rayos del microscopio electrónico y así poder examinar convenientemente las plantas. Se ha averiguado que las partes aéreas que mejor resisten el ataque químico son las que presentan mayor cantidad de proyecciones cubiertas de cera.

3 Km. de acelerador. — En nuestro artículo sobre **Los aceleradores lineales de partículas** (TECNIRAMA Nº 7, pág. 130) hicimos notar que los últimos tubos o electrodos deben tener una longitud proporcional a la velocidad que fueron adquiriendo los elementos subatómicos. Además el acelerador debe ser absolutamente rectilíneo. Se comprenden entonces los problemas que enfrentan los ingenieros para la construcción del acelerador de Menlo Park, compuesto de un tubo de 3 Km. de largo con una desviación máxima admisible de 1 mm. Tres años serán necesarios para construir la gigantesca máquina.

NO TODOS SABEN QUE...
La lepra y el paludismo, que hoy se baten en retirada, fueron antiguamente las enfermedades más extendidas. ● El cobre es mejor conductor que el aluminio, pero éste es tan liviano que se lo prefiere para los gruesos cables eléctricos aéreos. ● Debido a la mejor atención prenatal la mortalidad infantil (antes de un año de edad) en Holanda y Suecia es de sólo 153 casos por cada 10.000 embarazos. Le siguen por orden Noruega, Finlandia, Australia, Dinamarca, Nueva Zelandia, Suiza y Gran Bretaña. Los Estados Unidos ocupan el décimo lugar con 253 muertes. ● Una foto con buen detalle exige emulsión fina, pero ésta es lenta. Durante una exposición de un segundo, un planeta puede "bailar" de 1/20 de su tamaño debido a turbulencias atmosféricas. Por eso, en muchos casos, los astrónomos prefieren la reacción "instantánea" del ojo. ● La fecha más adecuada para una primera "visita" a Marte será agosto de 1971, cuando el planeta rojo diste sólo 50 millones de Km. de la Tierra (en la última oposición de febrero de 1963, se hallaba a unos 100 millones de Km. de nosotros). ● A unos 5.000 m. de altura existe un "plancton aéreo" de minúsculos seres, arrastrados por corrientes ascendentes e incapaces de bajar a tierra. Esa nube puede atravesar océanos.



NOTICIAS DE MAÑANA

¿Marte habitable? — Un libro reciente del Dr. Slipher, discípulo del famoso Lowell que libró la "guerra de los canales" de Marte, resume prudentemente décadas de observaciones. La nieve del polo sur del planeta desaparece en verano, pero llega a 40° de latitud en invierno. La de su polo norte, menor, puede esfumarse completamente en verano. Ello es una prueba adicional de la escasez de agua libre, porque la temperatura de Marte es baja y las nieves perpetuas deberían ser más comunes. En nuestros inviernos rigurosos la nieve llega a España, al Himalaya y a Miami, es decir, pasa de los 40°; y ninguno de los polos se derrite. En las fotos del libro se aprecia incidentalmente la dificultad del trabajo: cuando Marte emerge de atrás de la Luna se nota que su diámetro es menor que el de los más minúsculos "volcanes" de ésta.

Un billón de electrón-voltios. — En los Estados Unidos, una junta asesora oficial informa que pronto se necesitarán aceleradores de partículas de 6 a 30 veces más poderosos que los actuales. El costo, de unos mil millones de dólares, podría ser compartido con la Unión Soviética. El mayor acelerador en operación es el sincrotrón de 33.000 millones de electrón-voltios en Brookhaven (el electrón-voltio es el incremento de energía de un electrón cuando aumenta, en un voltio, el potencial a que está sometido).

La alimentación del cosmonauta. — No es difícil comer en una astronave, excepto si los alimentos se deshacen en migajas que luego flotan en el interior. Pero cuando se pretende beber, debido a la falta de gravedad el agua no cae de la botella que se inclina, y si se la sacude el líquido se esparce por todo el ambiente en forma de bolillas. La solución consiste en aspirar con un tubo o en hacer brotar el líquido bajo presión. Gordon Cooper, que ignoraba este inconveniente, quedó más de un día sin poder beber.

LOS HALÓGENOS Y LAS SALES DEL MAR


El hexacloruro de benceno se pulveriza desde aviones para proteger las cosechas.

El flúor, el cloro, el bromo y el yodo forman la familia homogénea de los HALÓGENOS, que significa "formadores de sales". Sus diferencias, graduales, dependen principalmente de su peso atómico. A todos ellos falta un electrón para completar su órbita exterior. En otras palabras, los halógenos reaccionan enérgicamente con el fin de capturar un electrón complementario y sus combinaciones con los demás elementos resultan muy estables.
Sus usos son innúmeros. Plásticos y fibras sintéticas los contienen. Son los elementos activos de los conocidos insecticidas, herbicidas y fungicidas. Integran detergentes, lubricantes e importantes solventes. Algunos de sus compuestos se transforman fácilmente en gas: son pues excelentes pulverizadores (spray) y se emplean en la refrigeración doméstica (que implica vaporización y condensación). Libres o combinados son indispensables en el laboratorio e intervienen en muchísimas fases intermedias de la gran industria química: así el neopreno, excelente caucho sintético, procede del cloropreno.

CLORO

Elemento Nº 17, gas amarillo verdoso muy irritante. Muchas de sus sales son solubles en agua. Es tan activo que no se lo encuentra en estado libre. Es el más importante de los halógenos y abunda en el océano y en depósitos cristalizados de mares ya evaporados. Existen montañas de sal que podrían abastecer al mundo durante un millón de años (Tadjikistán, Unión Soviética). Se lo consume en gran cantidad para blanquear el papel y las telas. Se aprovecha su gran actividad germicida para desinfectar el agua potable y la de las piscinas. Entre sus compuestos orgánicos se cuenta el DDT, el hexaclorociclohexano, otros insecticidas y el importante matamalezas 2-4D. El tetracloruro de carbono, no inflamable, es el solvente de la "limpieza en seco". La membrana de las células animales contiene muchos cuerpos grasos; todo solvente de éstos, capaz de penetrarla, es potencialmente un anestésico: los más usados son el cloroformo y el cloral o cloruro de etilo, que disuelven los cuerpos grasos. La fuente habitual de cloro es la sal común o cloruro de sodio; se la separa en sus componentes por electrólisis: en un polo se obtienen los derivados del sodio, y en el otro los del cloro, de manera que no se puede regular independientemente la producción de esos dos elementos. El exceso de cloro se emplea en la fabricación de artículos plásticos como el policloruro de vinilo (manteles, cortinas, aislación de cables), y últimamente se lo utiliza en la preparación de las siliconas. Como estas resinas resisten al agua, al oxígeno y al calor, se entiende que formen parte de las pomadas para lustrar automóviles y de los lubricantes. El ácido clorhídrico se emplea en galvanoplastia.

BROMO

Elemento Nº 35, único no-metal líquido; irritante, rojo oscuro, denso y de fácil ebullición. Su importancia industrial creció al descubrirse que el bromuro de etileno añadido a los antidetonantes impedía el depósito de plomo en los cilindros de los motores. Abunda en la naturaleza pero siempre en extrema dilución: es necesario tratar 15.000 toneladas de agua de mar, su fuente habitual, para obtener una tonelada de bromo. La densidad de sus compuestos (la del tetrabromuro de acetileno es de 2,96) se utiliza para separar los minerales.
La fotografía utiliza una emulsión de bromuro de plata, según un proceso muy curioso: la luz "prepara" al bromuro para que el reactivo actúe sobre éste y no sobre el que quedó en la oscuridad, de modo que durante la revelación la plata pura sólo se deposita en las zonas que fueron iluminadas. El uso farmacéutico del bromo es muy extenso, sea como intermediario de las reacciones, sea como ingrediente de narcóticos.

FLÚOR

Elemento Nº 9, gaseoso, es el más enérgico de todos los nometales. Por lo tanto, como ninguna otra sustancia lo puede desalojar de sus compuestos, es imposible obtenerlo por medios químicos y se recurre a la electrólisis. El flúor se combina con todos los elementos, incluidos dos gases nobles. Su mayor con-

La tintura de yodo es una solución antiséptica de yodo en alcohol. Para que no se vuelva gradualmente ácida, se echa en el fondo un trozo de tiza.





El ácido fluorhídrico disuelve los silicatos, como el vidrio; se lo usa para grabar dibujos en cristal (la parte que debe quedar intacta se cubre con cera). El flúor puro es tan activo que no se puede preparar en agua: la descompondría.









Los halógenos son tan activos que no se los encuentra en estado libre. En el agua de mar existen bajo la forma de sales "haloideas".

Para familiarizarse con las fórmulas químicas

C = carbono; H = hidrógeno; Cl = cloro; Br = bromo; F = flúor.

CH_4 metano (1 carbono, 4 hidrógenos)

CCl_4 tetracloruro de carbono (el cloro desalojó todo el hidrógeno)

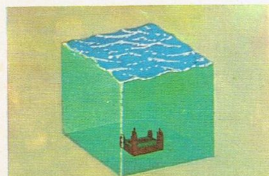
$CHCl_3$ Cloroformo (el cloro reemplazó a tres de los hidrógenos)

CF_3Br Freón B-1 (3 átomos de flúor y uno de bromo sustituyeron a los 4 hidrógenos)

CCl_2F_2 Freón 12 (2 átomos de cloro y 2 de flúor suplantaron a los 4 de hidrógeno)

Los compuestos más intrincados se desarrollarán más adelante.





Si se evaporara un kilómetro cúbico de agua de mar, quedaría una pila de sales de las que se obtendrían las siguientes cantidades de halógenos:

Conviene recordar que un kilómetro cúbico de agua de mar pesa 1.033 millones de toneladas.

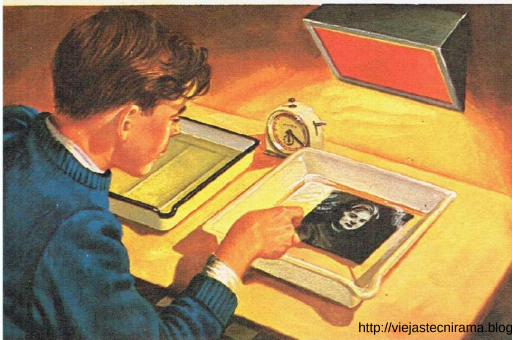
sumo industrial es en forma de fluorita (un fluoruro de calcio), que hace bajar el punto de fusión de los minerales que suministran el aluminio. También se emplea el hexafluoruro de uranio, que es un gas, para separar el uranio 238 (aproximadamente un átomo cada cien de U-235). Los plásticos fluorados repelen el agua y soportan temperaturas y condiciones químicas extremas. El "teflón" (politetrafluoruro de etileno), se aplica a las telas para que no se manchen, a sartenes para freír sin aceite, y a los esquís deportivos (al rechazar el agua su deslizamiento aumenta en un 40 %).
Los aviones con esquís de "teflón" levantan vuelo en un trayecto mucho más corto.

YODO

Elemento Nº 53, sólido, oscuro y de brillo metálico, abundante pero diluido. El calor no lo licúa: lo convierte directamente en vapor violáceo (sublimación). Su principal fuente es el yodato de calcio de los nitratos de Chile. Debido a su elevado peso atómico es un agente de contraste para las radiografías, especialmente cuando se necesita una solubilidad que el bario no posee. Ingrediente de la hormona tiroidea, es indispensable para la vida; como la glándula tiroides asimila el 99 % del yodo ingerido, se utiliza yodo radiactivo para destruir los cánceres de dicha glándula aunque estén ya muy diseminados. Sus otros usos importantes son: la fabricación de anilinas y la de emulsiones fotográficas veloces.

COMPUESTOS HALOIDEOS

Al aumentar el peso atómico del halógeno decrecen la estabilidad de sus compuestos y su solubilidad en el agua. Los geólogos, por ejemplo, pueden predecir en qué orden se depositaron las napas de sal a medida que un mar se desecaba, conocimiento que se utiliza en minería. Las sales de los mares provienen en gran parte del lavado secular de la tierra por los ríos. Los compuestos de los halógenos se utilizan también como extinguidores, porque sus densos gases forman como una manta impermeable sobre el fuego; pero, siendo narcóticos, pueden dejar inconsciente a alguna persona que de otro modo hubiera escapado. Los freones, que se utilizan en las heladeras domésticas, son derivados del metano y el etano con cloro y flúor.
El gas lacrimógeno es cloropicrina, un derivado nítrico del cloroformo; y los gases asfixiantes como el fosgeno y el gas mostaza son también productos clorados.



El bromuro de plata, en emulsión de gelatina, forma la película sensible de la placa fotográfica. Su reacción bajo la luz, que no es inmediatamente visible, se pone de manifiesto al revelar la fotografía.



LA RESONANCIA



En un instrumento de viento la frecuencia de su resonancia puede modificarse destapando un agujero.

Todo objeto sonoro vibra. El tañido de la campana es la vibración del metal al recibir el golpe del badajo. La campana que vibra comprime y atrae rítmicamente el aire que la rodea y así se transmite la onda de comprensión hasta el tímpano del oyente. Cuanto más veloz es el ritmo más agudo o más alto es el sonido; cuanto más lento es el ritmo o frecuencia de la vibración, tanto más bajo es el sonido. Sólo podemos oír dentro de ciertos ritmos: no percibimos la oscilación de un péndulo porque es demasiado lenta, ni tampoco ciertos silbatos para perros porque su frecuencia es demasiado rápida (el perro oye el silbato pues capta sonidos más agudos que los seres humanos).
La fuente del sonido es una superficie, o una columna de aire que vibra; la voz humana pertenece al segundo tipo. Cuanto más enérgica es la oscilación tanto más intenso es el sonido.

RESONANCIA

Cada objeto que vibra u oscila posee una frecuencia "natural" que le es propia. Un diapasón, o un péndulo, o un columpio son ejemplos típicos de la frecuencia propia o sea del número de oscilaciones por segundo.
Podemos "ayudar" a un péndulo o un columpio e intensificar la amplitud de su oscilación si lo impelemos rítmicamente obedeciendo a su frecuencia propia. Este fenómeno de coincidencia entre la cadencia del impulso, y el ritmo propio del objeto se llama *resonancia*; ésta puede producir un enorme aumento en la amplitud de la vibración si coincide exactamente con la frecuencia natural del objeto. Cuando una compañía de soldados cruza un puente se le ordena no marcar el paso porque el ritmo de la marcha podría eventualmente coincidir con la frecuencia natural o "resonante" del puente y engendrar vibraciones de amplitud creciente. Se conocen casos de ráfagas de viento que mediante oscilaciones resonantes llegaron a desmoronar puentes muy seguros. Del mismo modo pueden destrozarse copas de cristal entonando notas muy agudas: el cristal vibra con violencia creciente en *simpatía* con un sonido que coincide con su frecuencia natural. Así la copa vibra con energía cada vez mayor hasta destrozarse.

INSTRUMENTOS MUSICALES

Todos los instrumentos musicales, sean de cuerdas, de percusión, maderas o metales, se basan en la frecuencia propia de vibración. En un órgano, el chorro de aire que golpea el afilado borde del tubo vibra con muchas frecuencias diferentes; pero solamente una de éstas, igual a la frecuencia natural del tubo, la que es reforzada por éste.
En definitiva es el tubo el que mediante la resonancia determina la frecuencia o altura del sonido que se percibe.
La frecuencia natural, o sea la nota que produce un tubo, depende de su longitud. Cuando se modifica ésta, la nota cambia. Si la columna de aire que vibra es corta, el sonido es más agudo; si la columna de aire que vibra es larga, la nota es más baja. La vara del trombón altera la longitud del tubo y por lo tanto la de la columna del aire que vibra en su interior, y así el ejecutante modula convenientemente el sonido del instrumento según su deseo.

RESONADORES Y ANALIZADORES

Un resonador es un dispositivo que reacciona sólo a una determinada frecuencia. Se los utiliza mucho en la arquitectura acústica (especialmente en estudios y auditorios) combinados con materiales absorbentes de los ruidos. El resonador más común es el de Helmholtz, que consiste simplemente en un tubo de determinada longitud conectado a una esfera en resonancia con él o a un circuito eléctrico capaz de producir un sonido. Con los resonadores se logra reforzar la componente acústica que interesa. También se pueden eliminar los ruidos indeseables, ya que las frecuencias diferentes de las de los resonadores quedarán anuladas.
Y por último es posible también, mediante una batería de resonadores, analizar los componentes simples de un sonido complejo; aunque este último método ha caído en desuso, lo citamos porque es muy semejante al que utiliza el oído humano para descomponer en vibraciones sencillas los sonidos compuestos que recibe.



VIBRA CON TODA SU LONGITUD: EL SONIDO ES BAJO



LA LONGITUD DE VIBRACIÓN ES MENOR, LO QUE ELEVA LA FRECUENCIA; EL SONIDO ES ALTO.



Un cantante puede quebrar una copa de cristal entonando una nota de la misma frecuencia que el ritmo natural de vibración de ésta de tal modo que el cristal de la copa vibrará cada vez con mayor energía, hasta que terminará por romperse.

Si afinamos dos cuerdas de modo que oscilen con el mismo ritmo y por lo tanto emitan la misma nota, y luego pulsamos una de ellas, la otra también vibrará. Las ondas sonoras provocan esta vibración por el fenómeno de resonancia.



Comparación entre un imán permanente y otro temporario. (a) Barra imantada con sus (invisibles) líneas de fuerza. (b) Cuando acercamos a un extremo un trozo de hierro, lo atrae (c).

Al circular por el solenoide una corriente continua, el resultado es semejante a una barra imantada. Las líneas de fuerza (d) son similares y también el trozo de hierro es atraído (e) y (f).

LOS SOLENOIDES

El imán permanente es muy útil; pero el imán eléctrico, o electroimán, o imán temporario, es mucho más eficaz. Un electroimán puede ser conectado o desconectado a voluntad. Su elemento básico se llama *solenoide*.

ELECTROMAGNETISMO

Las relaciones entre el magnetismo y la electricidad, descubiertas por Oersted y Faraday, son la base de toda la industria eléctrica moderna.

Sabemos ya que cuando un conductor se desplaza en un campo magnético, se engendra en él un "viento" de electrones, o sea una diferencia de potencial eléctrico, de tal manera que si se cierra el circuito se obtiene una corriente eléctrica: este fenómeno tiene lugar siempre que el conductor *corte* las líneas de fuerza del campo magnético.

Inversamente, un imán giratorio o brújula colocado en la vecindad de un conductor rectilíneo se orienta perpendicularmente a éste cuando pasa una corriente por el conductor. Si ponemos limaduras de hierro sobre una hoja de papel horizontal, y mediante un cable vertical hacemos que una corriente eléctrica atraviese la hoja, las limaduras se orientarán concéntricamente alrededor del conductor. En otras palabras, la corriente eléctrica engendra un campo magnético. Nótese bien que la corriente eléctrica no atrae ni rechaza al imán; simplemente lo desvía.

LA BOBINA ELÉCTRICA Y SU CAMPO

Un solenoide es un carrete o bobina de alambre conductor aislado. Cuando circula por sus espiras una corriente se crea un campo magnético a su alrededor y el solenoide actúa lo mismo que una barra imantada: es decir que convierte parte de la energía eléctrica en energía magnética. Cuando se interrumpe la corriente el campo magnético del solenoide desaparece por completo.

La intensidad del campo magnético de un solenoide depende del número de vueltas del carrete y de la intensidad, o cantidad por segundo, de la corriente que circula por ellas. Cuanto mayor sea el número de vueltas y más intensa la corriente, tanto más poderoso será su campo magnético. Si la corriente es continua el campo magnético es invariable. Si la corriente es alterna el campo magnético se invierte rítmicamente con ella.

EL ELECTROIMÁN

Si en el interior del solenoide se coloca una varilla o núcleo de hierro dulce o de alguna aleación magnética, el campo magnético se refuerza considerablemente. Este imán transitorio deja de serlo al cesar el paso de la corriente.

Si una barra de hierro o aleación magnética se introduce gradualmente en un solenoide, la fuerza del campo magnético de éste aumenta en la misma proporción. El fenómeno es mucho más sensible si en la otra punta del solenoide existe un tope fijo, también de material magnético.

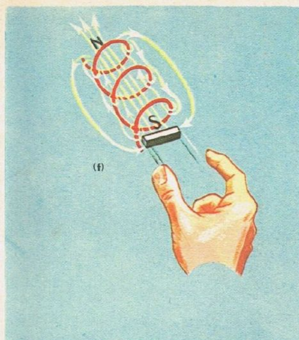
Como todo imán, el electroimán tiene dos polos: norte y sur. La posición de sus polos depende del sentido en el que circula la corriente por el solenoide. Si miramos el solenoide por un extremo y sabemos que la corriente se mueve en el sentido de las agujas de un reloj, el polo más cercano a nosotros es un polo sur magnético. Si la corriente se mueve en sentido opuesto al de las agujas de un reloj, el extremo más cercano a nosotros será un polo norte magnético.

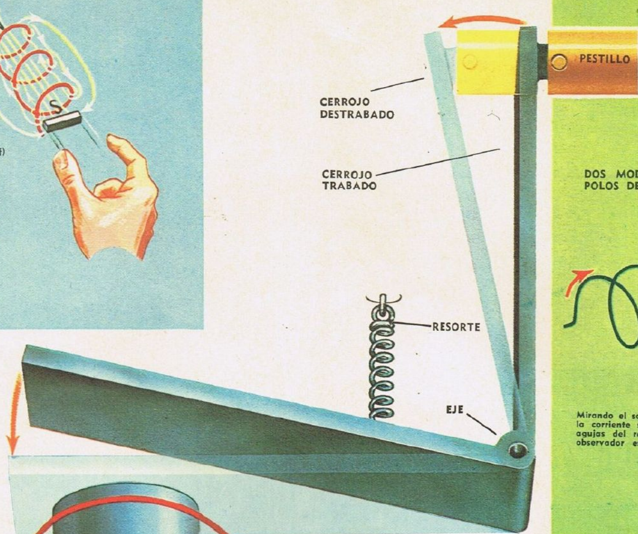
Un electroimán puede funcionar con corriente alterna y con corriente continua. Con esta última el campo es uniforme y sólo lo limita la resistencia del conductor al paso de la electricidad. Cuando se emplea corriente alterna la repetida inversión del campo produce fuertes vibraciones y el límite de intensidad que puede obtenerse depende de fenómenos accesorios.

APLICACIONES DE ELECTROIMANES

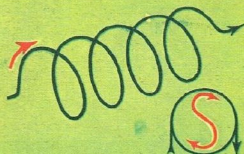
Son muy numerosas. Existen grúas que levantan pesadas masas magnéticas; no pueden componerse de imanes permanentes porque es necesario que luego de atraer la carga la suelten a voluntad, resultado fácil de obtener con un solenoide mediante una simple interrupción de la corriente.

Una de nuestras ilustraciones es un ejemplo sencillo del uso del solenoide en las cerraduras eléctricas: se fija una barra articulada al mecanismo de la cerradura. Normalmente un resorte mantiene al pestillo en su posición, pero cuando el solenoide actúa, atrae la barra venciendo el resorte y destraba la puerta.





DOS MODOS DE DETERMINAR LOS POLOS DE UN ELECTROIMÁN

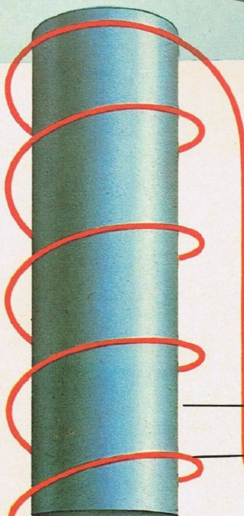


Mirando el solenoide por un extremo, cuando la corriente se mueve en el sentido de las agujas del reloj, la punta más próxima al observador es el polo sur del electroimán.

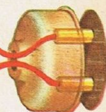


La regla de la mano izquierda. Asiendo al solenoide con la mano izquierda de modo que los dedos apunten en la dirección que siguen los electrones, el pulgar extendido como muestra el diagrama señalará el extremo en que se encuentra el polo Norte. Con los dedos de la mano derecha orientados según el sentido convencional de la corriente (del polo + al polo —), se obtiene el mismo resultado.

Solenoide utilizado para abrir una cerradura a distancia. Cuando se oprime el pulsador del timbre circula una corriente por el solenoide. Éste se convierte en un electroimán que atrae hacia sí la barra articulada de hierro dulce, venciendo la resistencia del resorte y destrabando la puerta. Al soltar el botón no circula más corriente, la barra regresa a su posición original y la puerta vuelve a trabarse.







El campo magnético del solenoide se refuerza considerablemente si se coloca en su interior un núcleo de hierro dulce, que multiplica su influencia y alcance.

Estas cerraduras se colocan en casas de departamentos que comparten una misma puerta de calle; cuando un visitante llama, cualquiera de los ocupantes, sin necesidad de salir de sus habitaciones, puede destrabar la puerta de calle.

El telégrafo clásico se basa en un principio similar. Los impulsos eléctricos —"puntos" o "rayas"— son recibidos en un pequeño electroimán que atrae una barra sostenida por un resorte y puede así grabar el mensaje.

Se comprende también fácilmente que los electroimanes actúen como interruptores de corriente en los mecanismos apropiados. El timbre eléctrico, por ejemplo, combina el mecanismo de la cerradura eléctrica de que hemos hablado con el del interruptor. En efecto, la barra que es atraída por el electroimán forma parte del circuito eléctrico. Cuando la corriente circula, el electroimán atrae a la barra; ésta golpea la campanilla pero al moverse corta simultáneamente la corriente. Entonces cesa el campo magnético del electroimán, la barra vuelve a su posición, se cierra nuevamente el circuito eléctrico y otra vez el solenoide la atrae; la barra golpea en la campanilla, vuelve a interrumpirse el circuito y así sucesivamente.

Desde el punto de vista científico los solenoides se utilizan para obtener campos magnéticos uniformes. Cuando son alargados (una longitud que supere veinte veces el diámetro) el campo interior del solenoide es tan uniforme como si la longitud de éste fuera infinita.

La bobina de Helmholtz se compone de un par de solenoides circulares chatos como dos monedas paralelas, separados por una distancia igual a la de su radio y con un eje común; su objeto es obtener un campo magnético uniforme e igual al de una sola espira sin la necesidad de utilizar solenoides de gran longitud.

Sabemos ya que aunque el principio de los generadores supone la presencia inicial de un imán permanente, en la práctica se aumenta el rendimiento por medio de electroimanes; es también sabido que el motor eléctrico es un generador invertido, o sea que en vez de recibir energía mecánica y producir corriente, recibe corriente y produce energía mecánica.

La acción de los campos magnéticos sobre las partículas eléctricas tiene una importancia industrial enorme y será objeto de muchas notas. Indiquemos solamente que las "lentes" de los microscopios electrónicos se obtienen mediante campos magnéticos que desvían haces de electrones; que se investiga la propulsión en el espacio mediante iones cargados de electricidad y lanzados a fantásticas velocidades por medio de campos electromagnéticos; y por último que se procura crear campos magnéticos que sirvan de recipientes para partículas sub-atómicas cargadas y mantenidas a enormes velocidades, equivalentes a millones de grados de temperatura, denominadas *plasmas.*

TRABAJO, ENERGÍA Y POTENCIA

La ciencia y la técnica requieren imaginación. Durante milenios se supo que el vapor de agua hirviente levantaba la tapa de la cacerola; pero la humanidad quedó limitada a su propia energía y a la de los animales domésticos hasta que a alguien se le ocurrió utilizar la fuerza del calor. Solemos asociar la idea de materia a la de espacio ocupado, y la idea de energía a la de movimiento. La obtención de energía transforma nuestro mundo y es uno de nuestros principales objetivos. La estudiaremos en numerosas notas; hoy veremos solamente sus conceptos fundamentales: cómo se conserva, cómo se transforma, cómo se degrada. Evitaremos hablar de unidades y otras explicaciones en esta introducción.

ENERGÍA Y TRABAJO

Se realiza un *trabajo* cuando se vence una resistencia a lo largo de cierto camino: por ejemplo, si unos hombres alzan 500 kg. de agua hasta la cima de una montaña de 1.000 metros, realizan un trabajo. La medida de ese trabajo es obvia: vencieron 500 kg. a lo largo de 1.000 m. de altura: su trabajo es por lo tanto de 500 kg. multiplicado por 1.000 metros, o sea 500.000 kilográmetros. La *energía* es la capacidad de efectuar un trabajo: la locomotora se distingue de los vagones en que ella posee energía. Pero ahora se presentan las complicaciones: el agua que subieron los hombres a la montaña ¿tiene energía? Sí, tiene *energía potencial* porque "puede" realizar un trabajo; si la hacemos bajar por un conducto será capaz de mover una turbina. Vemos entonces que hay dos clases de energía mecánica: la *energía cinética* que es la del movimiento, la de un proyectil, la de una bola de billar que rueda, la de un vagón lanzado por una pendiente; y la *energía potencial* que es energía *almacenada:* un nadador que se arroja de un trampolín transforma su energía potencial en cinética; lo mismo hacemos con el resorte del reloj, que nos permite acumular energía potencial que, gradualmente, se convertirá en el movimiento de las agujas.

LA POTENCIA Y LAS CLASES DE ENERGÍA

No es lo mismo efectuar igual trabajo en un segundo que en una hora. Un explosivo o la combustión de un trozo de carbón pueden liberar la misma energía: pero lo hacen en tiempos muy diferentes, o sea que su ritmo o *potencia* no es igual. En otras

	H.P.	kgm. por segundo	kgm. por minuto		H.P.	kgm. por segundo	kgm. por minuto
Pesista	1/10	7,5	450	Automóvil	10	750	4500
Caballo	1	75	45000	Locomotora diesel	1000	75000	4500000



Un autogiro ultraliviano posee un motor de 65 H.P.; vuela a 115 kilómetros por hora y asciende a 375 metros por minuto. Si el peso al despegar es de 250 kilogramos, el trabajo efectuado en un minuto será de 375 metros x 250 kilos = 93750 kilográmetros.

palabras, la potencia es la relación entre el trabajo que se realiza y el tiempo que se tarda para efectuarlo.

Hay muchas clases de energía, y son todas transformables unas en otras. Si arrojamos una piedra, todas sus moléculas se trasladan juntas; si la calentamos sus moléculas también se mueven, pero en desorden. Cuando hablamos de energía mecánica nos referimos a los cuerpos en movimiento; cuando hablamos de calor aludimos al movimiento invisible de las moléculas. Las principales clases de energía son: la mecánica, la calórica, la eléctrica, la química, la radiante y la atómica. Aunque son equivalentes se miden a menudo con unidades diferentes. La energía potencial que se acumula al estirar la cuerda del arco y luego se transforma en el movimiento de la flecha puede medirse en kilográmetros (cuando se inventaron las primeras máquinas se consideraba que el trabajo de un caballo equivalía a 75 kilográmetros, o sea la capacidad de levantar 75 kg. de peso cada segundo; de ahí que la unidad llamada HP o caballo de fuerza valga 75 kilográmetros), pero las otras formas de energía tienen unidades diferentes.

TRANSFORMACIONES DE LA ENERGÍA

Dijimos que la energía pasa de una forma a otra: así la combustión del carbón calienta la caldera, cuya agua se transforma en vapor que mueve el pistón, el cual hace andar la máquina, la que a su vez dispersa su energía en frotamiento y en vencer la resistencia del aire. Pero también dijimos que se degrada, es decir que es más o menos utilizable: cuando se quiere transformar el calor, que es una agitación desordenada, en energía mecánica, que es un movimiento ordenado, la conversión no puede rendir el ciento por ciento. (Véase: "El rendimiento térmico de los motores", pág. 61).

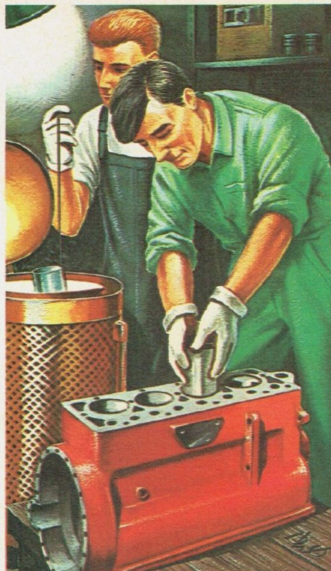
La energía química no es ya el movimiento de las moléculas, sino la energía almacenada *dentro* de la molécula. Dos átomos que tienen gran afinidad por unirse lo hacen liberando energía, como el hidrógeno cuando se quema en el oxígeno y produce agua. El polo opuesto de esta reacción *exotérmica* es la reacción *endotérmica,* en la que hay que suministrar energía para obtener el producto: es el caso del acetileno, formado con carbono e hidrógeno; claro está que al quemarse el acetileno, es decir al descomponerse, restituye el calor que ha recibido.

RESPUESTAS ANTICIPADAS

Las plantas acumulan la energía radiante del Sol en forma de energía química mediante la fotosíntesis. ● La energía no es continua: se descompone en "paquetes" o gránulos, extremadamente pequeños llamados *quanta.* ● La energía puede existir sin materia pero sólo en una forma: como radiación en el espacio vacío. ● La degradación o desorden del movimiento molecular se mide por una cantidad matemática muy complicada llamada *entropía;* la ciencia de esas transformaciones energéticas es la *termodinámica.* ● La eficiencia es la proporción entre la energía gastada y el aprovechamiento mecánico de la misma. ● En los trabajos de energía atómica se prefiere recurrir al núcleo del átomo, que concentra el 99 % de la masa y de las fuerzas de cohesión de las partículas; la fisión o ruptura libera la energía que une esas partículas, o sea que sobra energía para el átomo más chico. ● Hasta ahora se aprovecha muy mal la energía atómica, porque, salvo excepciones nimias, se la convierte primero en calor; sin embargo el átomo la emite en forma de partículas que tienen una enorme energía cinética, es decir una velocidad casi igual a la de la luz. ● La energía química es completamente distinta de la atómica y cuando se habla de las calorías producidas por una reacción no se tiene en cuenta la temperatura necesaria para lograrla. ● La experiencia demostró la verdad de la ley de Einstein de que la energía se convierte en masa. En los aceleradores de partículas, donde reinan velocidades enormes, esta transformación adquiere importancia. ● Una parte de la masa del electrón viene de su energía eléctrica, que es potencial. A una velocidad del 99 % de la luz la masa se multiplica por siete. ● En cosmonáutica, una vez que se ha vencido la gravedad terrestre el vehículo se traslada por inercia. ● No debe creerse que los gases emitidos por un cohete empujan contra el aire, puesto que lo hacen contra el cohete mismo. ● En el vacío la cosmonave tiene simplemente un impulso, que puede transformar en trabajo en el momento de llegar a destino. ● En cosmonáutica se busca sobre todo utilizar la energía de iones, acelerados por poderosos campos magnéticos, y la energía solar, que abunda en el espacio. ● Todo parece indicar que no existe una pantalla a la fuerza de atracción de la gravedad; se calcula que se necesitará más de un siglo para llegar a una explicación racional de la gravitación.

Resumiendo, diremos que **energía** es la capacidad de efectuar trabajo, es decir, de vencer una resistencia a lo largo de un cierto trayecto. Hay varias formas. La **energía mecánica** es la capacidad de mover objetos.
La energía de un objeto en movimiento se llama **energía cinética.** Un proyectil, un vagón lanzado en pendiente, una bola de billar que rueda, poseen energía cinética.
La **energía potencial** es energía **almacenada.** El cuerpo que la posee no realiza ningún trabajo, pero puede llevarlo a cabo: un lago en una montaña puede mover turbinas al descender. Cuando un cuerpo **cae** convierte su energía potencial en cinética, como en el ejemplo del nadador que se arroja del trampolín. Igualmente el resorte del reloj nos permite acumular energía potencial que gradualmente se convierte en cinética. La energía potencial puede ocultarse bajo varias formas: así, la de un explosivo es energía **química**, que se convierte en fuerte impulso.

CÓMO LA TEMPERATURA DILATA LOS SÓLIDOS



La dilatación tiene aplicaciones industriales. El cilindro debe ajustar perfectamente en su camisa. Para colocarlo se lo enfría en oxígeno líquido; se lo coloca mientras está contraído, y al dilatarse y recuperar la temperatura ambiente queda firmemente sujeto en su lugar.

Casi todos los sólidos se dilatan cuando se calientan, e inversamente se encogen al enfriarse. Esta dilatación o contracción es pequeña, pero sus consecuencias son importantes. Un puente de metal de 50 m. de largo que pase de 0° a 50° podrá aumentar unos 12 cm. de longitud; si sus extremos son fijos se engendrarán tensiones sumamente peligrosas. Por eso se suele montarlos sobre rodillos como muestra la ilustración. En las vías del ferrocarril se procura dejar un espacio entre los rieles por la misma razón; este intersticio es el causante del traqueteo de los vagones.

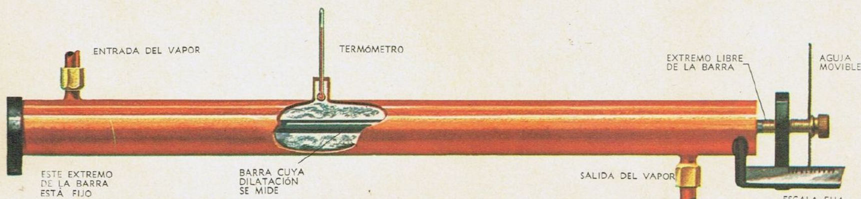
Publicamos aquí una tabla de los coeficientes de dilatación de algunas sustancias. Conocido el coeficiente de dilatación es necesario multiplicarlo por el número de centímetros y por el número de grados, para saber cuál será la extensión total del sólido en las condiciones que deberá soportar. En otras palabras, si el sólido tiene 1,50 m. y la variación de temperatura es de 30° habrá que multiplicar ese coeficiente tan pequeño por 150 y por 30 a fin de conocer su dilatación total en centímetros.

¿POR QUÉ SE DILATAN LAS SUSTANCIAS CON LA TEMPERATURA?

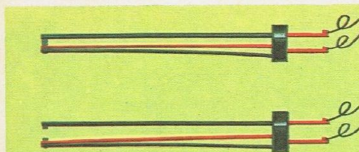
La temperatura no es más que la expresión del grado de agitación de las partículas o moléculas de una sustancia. Cuando se da calor a un sólido se está dando energía a sus moléculas; éstas, estimuladas, vibran más enérgicamente. Es cierto que no varían de volumen; pero se labran un espacio más grande para su mayor oscilación, de manera que al aumentar la distancia entre molécula y molécula el sólido concluye por dilatarse. La fuerza que se ejerce en estos casos es enorme.

ALGUNAS APLICACIONES

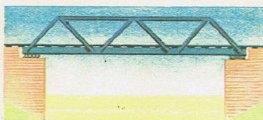
La dilatación térmica puede aprovecharse. El aluminio, por ejemplo, se dilata dos veces más que el hierro. Si soldamos en una barra dos tiras paralelas de estos metales y la calentamos, la mayor dilatación del aluminio hará que la barra se doble hacia un lado; y si la enfriamos ocurrirá exactamente al contrario. Habremos fabricado así un termómetro que puede

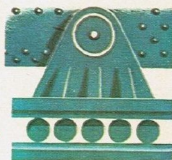


Cómo se mide la dilatación de una barra metálica; un extremo es fijo y en el otro, que se desplaza, hay una escala. La temperatura se controla con un termómetro.

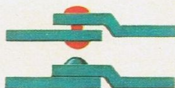


Un termostato o dispositivo para regular la temperatura. Los coeficientes de dilatación de las dos barras inferiores son muy diferentes. Como están unidas, se curvan al calentarse, y cortan la corriente cuando se sobrepasa una temperatura determinada.

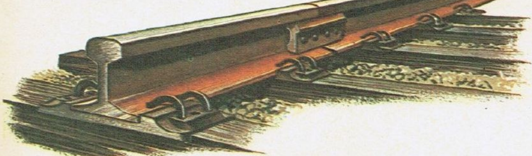




En los puentes metálicos los rodillos compensan las dilataciones y contracciones, que pueden ser de más de 50 cm. entre el invierno y el verano: es suficiente colocar rodillos en un solo extremo.



Para unir planchas de metal se emplean remaches al rojo. Al enfriarse, éstos se contraen y aprietan enérgicamente las planchas.



Los rieles de los ferrocarriles están separados entre sí para absorber su dilatación en horas calurosas.

señalarnos las temperaturas y, en ciertos casos, un termostato, como muestra la ilustración más arriba.

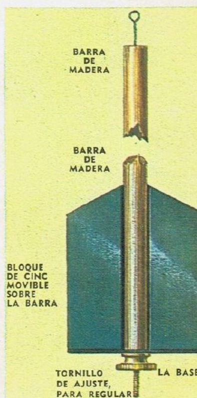
Existen así muchos disyuntores, que cortan la corriente eléctrica, o aparatos que desencadenan algún otro proceso, cuando la temperatura llega a un punto crítico.

MEDIDA DE LA DILATACIÓN

En la figura se ilustra el aparato que se utiliza para determinar la dilatación lineal. En esencia consiste en calentar una barra de longitud conocida hasta una temperatura determinada y medir cuánto se ha dilatado. La dilatación superficial será el doble de la lineal y la dilatación en volumen el triple de ésta. La razón es muy sencilla: si el cuerpo tiene longitud uno, y llamamos a la dilatación "d", la longitud dilatada será $1 + d$; la superficie una vez dilatada será $1 + 2d + d^2$, pero d^2 es tan pequeño que no se tiene en cuenta; y lo mismo ocurrirá para el volumen, cuya fórmula es $1 + 3d + 3d^2 + d^3$, puesto que los dos últimos términos son tan pequeños que tampoco se los tiene en cuenta. Conviene recordar esta eliminación de cantidades inapreciables para muchas otras aplicaciones, como el cálculo de errores.

RESPUESTAS ANTICIPADAS

En las carreteras de hormigón o en los embaldosados de gran tamaño se ven, a intervalos regulares líneas de material asfáltico destinadas a absorber las dilataciones producidas por el calor; de otro modo la construcción saltaría en pedazos en los días de mucho sol. ● El vidrio común es un mal conductor del calor y se dilata apreciablemente; si echamos agua hirviendo en un vaso grueso, la parte interior se calienta y expande, mientras la parte exterior queda fría y encogida, de modo que el recipiente se rompe. Si, previamente, colocamos una cucharilla capaz de absorber el calor, neutralizaremos en parte la brusquedad del ataque y, posiblemente, salvaremos el vaso. ● El vidrio *pyrex* se usa para cambios bruscos de temperatura, simplemente porque su coeficiente de dilatación es muy bajo y se libra así del peligro de ruptura. ● Los líquidos se dilatan más que los sólidos: el mercurio sube en el termómetro porque se dilata más que el recipiente de vidrio que lo contiene. ● Los gases, cuyas moléculas son más libres, tienden a dilatarse más que los líquidos. ● Cuando se necesita unir vidrio con metal, como en los tubos de vacío, se usa el *kovar* que, además de hierro, contiene 29 % de níquel y 17 % de cobalto y su dilatación es idéntica a la del vidrio. ● La aleación *invar,* que además del hierro contiene 36 % de níquel y 0,15 % de carbono, es prácticamente insensible a los cambios de temperatura; se la emplea en trabajos de geodesia, en péndulos de compensación, en relojes de gran precisión, en patrones de longitud y en muchos instrumentos de medida. ● Hay una serie llamada *ni-span* que contiene níquel y titanio. Una de ellas se dilata muy poco, como el invar; otra variedad se dilata muchísimo; y la tercera mantiene su módulo de elasticidad (es sabido que el calor afecta mucho la resistencia de los metales) y se la usa, por lo tanto, en resortes para instrumentos de precisión. ● Los proyectiles teledirigidos, que emplean materiales de cerámicas, usan también la aleación kovar. ● La corriente eléctrica calienta los cables o los conductores porque los electrones chocan contra las moléculas, las agitan y la temperatura no es más que el grado de actividad de dichas moléculas. ● Para transportar grandes cantidades de electricidad desde las centrales se usa alto voltaje con el fin de bajar la intensidad, porque es la cantidad de electrones la que provoca el mayor calor y no el voltaje que se aplica. ● La fricción calienta porque tiende a desplazar las partículas que rozan y éstas reaccionan vibrando. ● Los campos magnéticos oscilantes que cambian miles o millones de veces por segundo de orientación, provocan cambios en la dirección de las órbitas de los átomos y concluyen provocando una agitación interna que se manifiesta por una mayor temperatura.



El período de oscilación de un péndulo varía con su longitud; entonces se procura que ésta sea invariable utilizando materiales cuyas respectivas dilataciones se contrapesan. En la ilustración el equilibrio se obtiene así: el cinc, que proporcionalmente se expande más, es más corto que la barra de madera, menos variable. En definitiva, las dos dilataciones opuestas se anulan y la oscilación del péndulo es uniforme, a pesar de los cambios de temperatura a que pueda estar expuesto.

Coeficientes de dilatación lineal (por cada grado de temperatura y centímetro de longitud)

Aluminio	0,000024
Bronce	0,000018
Hormigón	0,000018
Cobre	0,000017
Fundición de hierro	0,000012
Acero	0,000013
Platino	0,000009
Vidrio térmico	0,000003
Vidrio comercial	0,000011
Cuarzo fundido	0,0000005
Invar (aleación)	0,0000009
Roble, largo de fibra	0,000005
Roble, ancho de fibra	0,000054
Caucho duro	0,000080

DESTILACIÓN DE LA HULLA

La hulla o carbón de piedra es energía fósil. En efecto, proviene de plantas que absorbieron las radiaciones del Sol y es esta energía la que liberamos al quemar el carbón o sus derivados. Aunque la introducción del petróleo, sobre todo en la navegación, disminuyó la importancia de la hulla, las materias primas de la petroquímica son las mismas que se obtienen de la destilación del carbón. Su conocimiento es, pues, una buena introducción al estudio de la petroquímica.

ORÍGENES

El carbón proviene de bosques que prosperaron en terrenos pantanosos hace 280 millones de años. Sus detritos se acumulaban en el fondo de las lagunas. Hay muchísimos tipos de carbón según su origen y según su grado de maduración, pero el proceso es invariable: 1º) madera, 2º) turba, 3º) lignita, 4º) hulla y, 5º) antracita. Luego vienen las formas cristalinas: grafito y diamante.
Son dos las sustancias fundamentales que forman la hulla: la celulosa y la lignina. Pero es sólo esta última la que engendra los productos básicos de la síntesis química.

INDUSTRIA QUÍMICA DE LA HULLA

Todos saben que la hulla es un combustible sólido: pero también puede ser calentada en ausencia de oxígeno y liberar, así, los productos que muestran claramente los diagramas.
Las tres grandes familias de industrias químicas son: la de extracción (como obtener el opio de las amapolas); la de transformación (como el craqueo del petróleo, que ya estudiamos); y la síntesis total (como la preparación de plásticos y fibras textiles a partir de elementos sencillos). La industria química se orienta cada vez más hacia la síntesis total y para ello necesita disponer de ciertas materias primas, algunas de las cuales están en mayor proporción en la hulla que en el petróleo. De allí que si la hulla pierde importancia como combustible la gana como fuente de solventes, detergentes, alcoholes pesados, productos farmacéuticos, fertilizantes, etc.

DESTILACIÓN

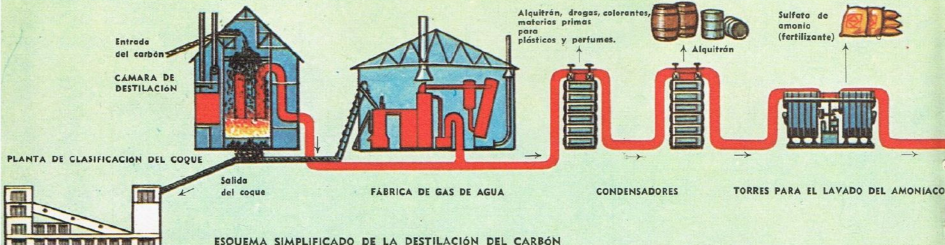
En esencia consiste en calentar el carbón en recintos cerrados o retortas de hierro protegidas por un material refractario. Se obtiene un gas, llamado gas de alumbrado; un sólido que es el coque, y una serie de líquidos que se condensan y se recuperan. La química de la hulla es ahora una química de recuperación y de síntesis derivada del gas, de su subproducto el coque y de la refinación de las demás sustancias condensadas.
El coque se utiliza casi exclusivamente en los altos hornos, pero debe reunir características muy especiales para ser "coque siderúrgico". De allí la presencia de instalaciones que lo separan en coque siderúrgico y combustible común.
Del gas obtenido, la parte que no se emplea como combustible tiene amplios usos químicos. Cerca de la mitad es hidrógeno con el que se fabrica amoníaco (combinándolo con el nitrógeno del aire) punto de partida del ácido nítrico, los nitratos y los fertilizantes. Una cuarta parte es metano, un "gas de síntesis" con el que se produce un gran número de sustancias, desde alcoholes hasta plásticos. Por fin entre el 1,5 % y el 3,5 % se compone de etileno y propileno, también de gran valor para la síntesis orgánica.

CONDENSACIÓN Y SEPARACIÓN DE LOS SUBPRODUCTOS

La química moderna aisla las sustancias y las convierte luego en materiales complejos. Una vez condensados los vapores se eliminan el amoníaco disuelto y el azufre, que sirven para fabricar un fertilizante muy apreciado: el sulfato de amonio. El benzol se refina y da benceno, tolueno y xileno, cuyas fórmulas se ven en las ilustraciones.
El alquitrán residual se refina y proporciona naftalina, aceites diversos, fenoles, cresoles y brea de hulla propiamente dicha. La gran ventaja del carbón sobre el petróleo es que contiene muchos hidrocarburos que forman *anillos* en lugar de constituir simples cadenas lineales. (Véase "Asociaciones de átomos", pág. 65). Estos hidrocarburos *cíclicos* son indispensables para la industria química moderna.
De una tonelada de carbón se extrae unos trescientos treinta metros cúbicos de gas, unos cincuenta litros de alquitrán y unos doce litros de benzol. Como el benceno, el tolueno, el fenol, el naftaleno, el antraceno y el cresol hierven a temperaturas distintas, una segunda destilación los separa cómodamente. Todos ellos se utilizan cada vez menos al estado puro y cada vez más como materias primas de síntesis.

HIDROCARBUROS EN FORMA DE ANILLOS

La mayoría de las sustancias que se obtienen del petróleo son cadenas *lineales* de carbono: los lubri-



ESQUEMA SIMPLIFICADO DE LA DESTILACIÓN DEL CARBÓN

En las retortas se excluye el aire y se calienta el carbón. El coque residual pasa a una instalación, donde se lo clasifica.

Si aumenta la demanda de gas se hace pasar vapor de agua sobre coque: se obtiene así gas de agua que se agrega al que proviene de la destilación del carbón. Este último, muy impuro todavía, pasa a los condensadores, conjunto de tuberías enfriadas por agua que condensan alquitrán y parte del amoníaco y sus sales.

En las torres de lavado se elimina por disolución en el agua el resto de gas amoníaco y de sus sales mediante unos cepillos giratorios que reciben un chorro continuo de agua. Así se extraen casi totalmente las sales amoniacales, con las que se prepara un fertilizante: el sulfato de amonio.

cantes favorecen el movimiento porque esas cadenas "ruedan" entre las dos superficies en fricción. En cambio los hidrocarburos que se extraen de la hulla tienen forma de anillo: se los llama hidrocarburos *bencénicos* o hidrocarburos *cíclicos*. A diferencia de los hidrocarburos de cadena abierta que se extraen del petróleo, se cierran sobre sí mismos formando anillos compuestos generalmente de 6 átomos de carbono como el benceno, o de uniones de estos anillos bencénicos; la química atómica explica por qué es más estable el anillo de 6 carbonos. En el exágono bencénico cada carbono está unido con un átomo de hidrógeno, de manera que una molécula de benceno comprende seis átomos de carbono y seis átomos de hidrógeno: su fórmula es pues C_6H_6.

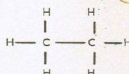
El átomo de carbono tiene sólo cuatro electrones externos; en otras palabras su valencia (véase "La valencia, vínculo entre los átomos", pág. 122) es de cuatro. Por esta razón se lo representa como un tetraedro, con cuatro puntas o vértices. En el benceno cada átomo de carbono se une a los dos átomos contiguos cediendo alternadamente dos valencias a uno de ellos y una valencia al siguiente; el hidrógeno completa su valencia libre, es decir el último electrón que le falta. Es ese hidrógeno el asiento de todas las sustituciones y transformaciones que dan origen a los derivados del benceno.

El fenol o ácido fénico, sustancia blanca peligrosa, antiséptico, materia prima de la aspirina, de colorantes y de innumerables otros productos, es una molécula de benceno en la que se ha sustituido un hidrógeno por un radical llamado oxhidrilo, compuesto de oxígeno e hidrógeno y cuya fórmula es OH. En el tolueno el hidrógeno se reemplaza por otro radical y se obtiene así un líquido incoloro conocido por la fabricación del trinitrotolueno y de la sacarina (sustitutivo del azúcar) además de muchos otros usos.

Dos o más anillos de benceno pueden unirse a su vez con eliminación de hidrógeno para formar moléculas mayores. Este es el caso del naftaleno

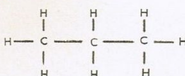
UNA MOLÉCULA DE ETANO, C_2H_6

(Las esferas blancas representan átomos de hidrógeno; las parduzcas, los de carbono).

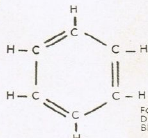


FÓRMULA DESARROLLADA DE UNA MOLÉCULA DE ETANO.

UNA MOLÉCULA DE PROPANO, C_3H_8



FÓRMULA DESARROLLADA DE UNA MOLÉCULA DE PROPANO



UNA MOLÉCULA DE BENCENO C_6H_6

FÓRMULA DESARROLLADA DE UNA MOLÉCULA DE BENCENO

Combustible para motores

El azufre extraído sirve para preparar ácido sulfúrico

PURIFICADORES — NAFTALENO — INSTALACION PARA RECUPERAR EL BENCENO — GASÓMETRO — CONSUMIDOR

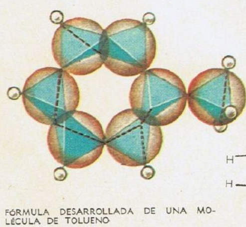
El gas, libre ya de impurezas nitrogenadas, atraviesa otros purificadores, largas cajas con óxido de hierro. El azufre se combina con él y produce sulfuro de hierro. Las últimas impurezas de benzol y el naftaleno se extraen en una instalación especial.
El naftaleno es la base de muchos insecticidas de uso doméstico y agrícola. El benceno se refina y se usa en algunos combustibles para motores a explosión; pero es ante todo la materia prima de muchos productos, desde colorantes hasta explosivos. En la instalación de secado hay cloruro de calcio, ávido de humedad; el gas queda así completamente seco y de este modo se evitan condensaciones acumuladas de agua en las cañerías. Se almacena el gas en gasómetros que lo distribuyen a los consumidores. El gas de alumbrado se compone principalmente de hidrógeno (más del 50 %) y metano (más del 30 %); el resto es bióxido y monóxido de carbono, nitrógeno y etileno.

que conocemos como insecticida, del antraceno, materia prima indispensable para la fabricación de colorantes de alta calidad, etc.

RESPUESTAS ANTICIPADAS

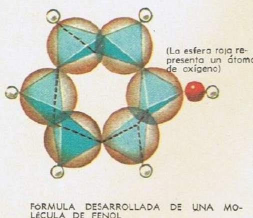
El consumo de los combustibles fósiles es muy superior a su ritmo de formación; en un siglo consumiríamos las reservas acumuladas en centenares de millones de años. ● Ya que el interés de la química moderna se deriva hacia los elementos líquidos que se pueden extraer del carbón, son los carbonos *bituminosos* los que adquieren mayor importancia. ● Los antepasados de la hulla, cualquiera sea su clase, son siempre vegetales, que crecieron en una atmósfera de calor y humedad uniformes (no tropicales). Luego se comprimieron y secaron durante centurias. ● Más de 3.000 especies de plantas terrestres, incluyendo las de agua dulce o estancadas, fueron identificadas en las minas carboníferas (era paleozoica). Su única característica común es que ninguna de ellas crecía en agua salada. Predominaban las coníferas como los pinos, de tamaño asombroso, así como helechos gigantescos y licopodios que llegaban a 30 metros de altura. ● V. Lewis estima que se necesitaban unos 500 años para formar una capa de un metro de hulla bituminosa; y unos 700 para un metro de antracita, como término medio. ● La transformación de la planta en carbón comienza con el ataque de las bacterias, que destruyen el protoplasma, los azúcares y los almidones; las ceras y las resinas son mucho más resistentes. Luego la vegetación se seca y queda comprimida por nuevos sedimentos; además del agua se evapora también una parte de los otros componentes volátiles y aumenta así la proporción de carbono y de cenizas. ● La antracita, carbón muy antiguo, contiene 92 % de carbono, 5 % de materias volátiles y sólo 3 % de agua; en cambio la lignita, más reciente, tiene sólo una tercera parte de carbono, una cuarta parte de materiales volátiles y todo el resto es humedad; el grafito y el diamante son carbono puro. ● Las explosiones de gas grisú responden a muchas causas, especialmente a que existen en las napas carboníferas unas "lagunas" con mucho metano que se difunde lentamente; pero que en algunos casos brota con violencia y cualquier imprudencia lo enciende. Entre los factores determinantes está la presión, la presencia de piritas y de humedad. ● Ciertas minas de carbón ardieron durante toda la prehistoria. ● Una mina moderna del Sarre quedó incendiada durante 150 años. ● La turba se reconoce porque son visibles en ella muchos tejidos y fibras de las plantas, porque se le puede extraer humedad con solo apretarla en la mano, y porque puede ser cortada fácilmente. Suele comprimírsela para transformarla en un combustible aceptable. ● El carbón bituminoso se reconoce en que es sumamente negro, no marrón como la lignita, y aunque tiene una estructura rayada se quiebra en bloques cúbicos o prismáticos. Arde fácilmente con una llama amarilla. ● Las características de la antracita son su textura uniforme y su alto brillo; su fractura es concoidea, similar a la de la resina o del vidrio. Es limpia, arde sin humo y su llama es de un azul pálido. ● El coque es al carbón como el carbón de leña a la madera: es carbón, que al ser destilado perdió sus ingredientes volátiles. Es duro, gris, poroso y consta principalmente de carbono puro. ● El uso básico del coque es la fundición de hierro en los altos hornos en los que debe tener suficiente fuerza para soportar el peso de toneladas de mineral. Mediante él se regula la cantidad de carbono que contendrá el metal que se desea obtener. ● El rayado del carbón se debe a que es un sedimento y refleja los cambios de estaciones (presenta capas con semillas, esporos, resinas, etc.). ● Se encuentran muchos ejemplares fósiles, muy bien conservados, en las minas de hulla. ● El carbón ha conservado muy bien huellas de los animales grandes o impresiones de los cadáveres de pequeños insectos. ● Se ha formado carbón en todos los continentes, aún en la Antártida pero los yacimientos más importantes están en el hemisferio norte donde constituyen como una cintura que rodea a la Tierra en la zona templada; en los trópicos y subtrópicos la formación del carbón ha sido mucho menor. ● En las fórmulas químicas desarrolladas se procura reflejar la estructura del compuesto, aparte de su "fórmula bruta". ● Las cadenas de carbono exclusivamente lineales son las más elásticas, como por ejemplo las del caucho; las que tienen forma ramificada —como un árbol— lo son bastante menos pero hierven a temperaturas más bajas y son mejores combustibles; las estructuras en anillo dominan sobre todo en la síntesis química.

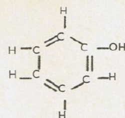
UNA MOLÉCULA DE TOLUENO, $C_6H_6 \cdot CH_3$



FÓRMULA DESARROLLADA DE UNA MOLÉCULA DE TOLUENO

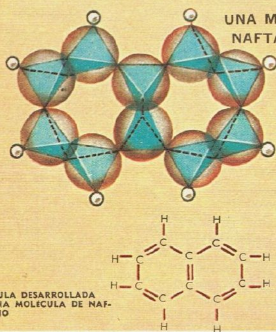
UNA MOLÉCULA DE FENOL, $C_6H_6 \cdot OH$





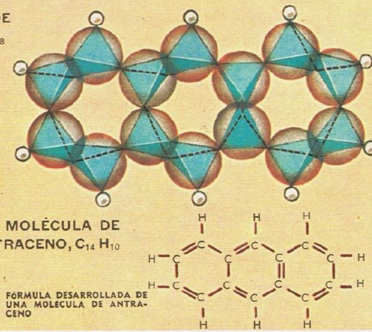
FÓRMULA DESARROLLADA DE UNA MOLÉCULA DE FENOL

UNA MOLÉCULA DE NAFTALENO, $C_{10}H_8$



FÓRMULA DESARROLLADA DE UNA MOLÉCULA DE NAFTALENO

UNA MOLÉCULA DE ANTRACENO, $C_{14}H_{10}$



FÓRMULA DESARROLLADA DE UNA MOLÉCULA DE ANTRACENO

(Las esferas blancas representan átomos de hidrógenos, las parduscas, los de carbono)

LOS ESPEJISMOS



Espejismo común en los días de verano. El cielo y las nubes parecen reflejarse sobre un charco de agua ubicado delante, sobre el camino. La causa es la reflexión de la luz en la capa de aire caliente en contacto con el suelo: al acercarnos, la oblicuidad disminuye y la "laguna" desaparece o se aleja.

No debemos caer en el fácil error de confundir una alucinación con una ilusión óptica. La desesperación del náufrago, el agotamiento del viajero perdido en un desierto, la necesidad y el sufrimiento, pueden a menudo hacernos ver objetos que no existen. Pero en la ilusión óptica la imagen física está realmente presente, y su apariencia fantástica proviene sólo de nuestra costumbre de prolongar en línea recta los rayos que percibimos y que esta vez, excepcionalmente, sufren una inflexión. Podríamos decir que la diferencia entre la alucinación y el espejismo es que el segundo, por ser un fenómeno físico, puede fotografiarse; mientras la primera, que es solamente psíquica, no existe fuera de la mente del que la padece.

Sabemos que los rayos de luz se desvían o *refractan* cuando atraviesan medios de diferente densidad óptica (la densidad óptica de una sustancia está en relación con la disminución que sufre la velocidad de la luz en ella). Por ejemplo la luz que entra oblicuamente en el agua se desvía hacia la perpendicular; la que emerge de ella se acelera y se aleja de la perpendicular. El ángulo formado por el rayo y la perpendicular a la superficie es siempre menor en el medio más denso, en este caso el agua.

Siempre *una parte* de los rayos se refleja en lugar de penetrar y refractarse. Pero existen casos especiales. Siendo menor el ángulo correspondiente al agua que la desviación en el aire, tiene que existir un ángulo tal que los rayos que emergen de ella salgan pegados a la superficie, como se ve en las ilustraciones. Este ángulo se denomina *ángulo límite* y para el agua es de 49°, para el vidrio de 42° y así sucesivamente. Cuando el ángulo del rayo destinado a salir del agua es mayor que este límite la luz no puede pasar a la segunda sustancia y entonces se refleja *totalmente*. Este fenómeno se denomina "reflexión total" y se lo aprovecha mucho en óptica (prismas de lentes binoculares, de telémetros, etc.). Con un foco sumergible cuya oblicuidad pueda variar es sumamente fácil demostrar la existencia del ángulo límite y de la reflexión total.

ESPEJISMOS

Los espejismos son imágenes desusadas de objetos distantes; resultan de la curvatura o la reflexión total de la luz en la atmósfera, debido a una anormal distribución vertical de la densidad óptica del aire. Durante muchos siglos originaron leyendas fantásticas; fue Monge, que acompañó a Bonaparte en su expedición a Egipto, el primero en explicarlos racionalmente. Al mismo tiempo Wollaston producía espejismos artificiales mediante líquidos de densidades diferentes.

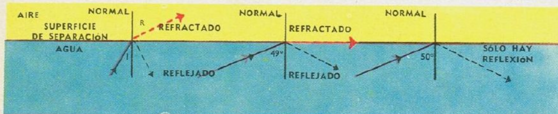
En esta nota estudiaremos los dos ejemplos básicos llamados espejismos *superior* e *inferior*; pero existen estratificaciones de la atmósfera más complicadas e irregulares, que pueden provocar múltiples reflexiones de un objeto y sorprendentes distorsiones verticales u horizontales de la imagen.

ESPEJISMOS DEL CALOR

Estamos acostumbrados, cuando vemos que el suelo refleja la claridad del cielo, a encontrar un charco de agua. En el espejismo de las carreteras, como se ilustra en la figura, es ciertamente el cielo lo que vemos, pero no interviene el agua. Esa laguna que se desvanece en cuanto nos acercamos no es más que aire calentado, y por lo tanto de menor densidad, en contacto con el asfalto oscuro que absorbe el calor del sol. En otras palabras, el sol calienta más el suelo que el aire; el suelo comunica su temperatura a la capa contigua a él; y los rayos luminosos que provienen de un objeto lejano, al pasar del aire frío y denso al aire caliente y ligero sufren una reflexión total y llegan así al ojo del observador. Esos rayos, que se dirigían hacia el suelo y que deberían ser absorbidos por él, se reflejan por lo tanto en la superficie de separación entre la capa fría y la capa caliente, siempre que lleguen con la oblicuidad indispensable. Entonces el observador que mira hacia el suelo tiene la sensación de ver el cielo o un árbol reflejado e invertido, como si éste se hallara en el centro de una laguna. Dicho fenómeno se denomina *espejismo inferior*.

ESPEJISMOS DEL FRÍO

El caso inverso del anterior puede verse sobre el mar, donde la capa del aire en contacto con el agua es más fría que la capa superior. Los rayos provenientes de un barco que se dirigen hacia arriba, e inciden oblicuamente sobre la superficie de se-



IZQUIERDA: Refracción. Un rayo luminoso que sale del agua hacia el aire se aleja de la normal: es decir, el ángulo R es mayor que el ángulo I. CENTRO: Para un determinado ángulo límite el rayo emerge paralelo a la superficie. Para agua-aire el ángulo límite es de 49°. DERECHA: Hay reflexión total si el ángulo de incidencia es mayor que el ángulo límite. La luz no pasa al aire.

ESPEJISMO INFERIOR



En los desiertos, el suelo absorbe el calor del sol mucho más que el aire. La capa de atmósfera en contacto con el suelo es por lo tanto más caliente que las superiores. El rayo que sale de la palmera a la izquierda llega muy oblicuamente a esta región menos densa; no puede penetrar en ella y se refleja hacia arriba. El observador de la derecha prolonga instintivamente en línea recta la luz que percibe, y ve a la palmera invertida y como reflejada en una laguna. Cuanto más lejano está el objeto, tanto más oblicuos son sus rayos y más clara es la ilusión.

ESPEJISMO SUPERIOR



En los mares fríos es frecuente que la capa superior del aire esté mas caliente que la inferior. El rayo que sale del barco de la izquierda llega muy oblicuamente a esta región menos densa; no puede penetrar en ella y sufre una reflexión total. El observador de la derecha prolonga instintivamente en línea recta la luz que recibe, y ve al barco "encima" del horizonte. Se comprende que el barco tiene que estar lejos para que sus rayos sean suficientemente oblicuos y sufran una reflexión total.

paración entre las dos capas, se reflejan y llegan al ojo del observador. El resultado es que el observador que mira hacia arriba recibe en su retina la imagen del barco; y en virtud de su hábito de prolongar los rayos de luz en línea recta, imagina al barco por encima del horizonte, cuando en realidad se halla oculto tras él debido a la curvatura de la Tierra. Este fenómeno no es privativo de las regiones frías y ocurre también con bastante frecuencia en los desiertos: la caravana ve aparecer de improviso en el cielo palmeras y agua que efectivamente pertenecen a un oasis situado a algunas decenas de kilómetros. La razón es que al enfriarse el suelo quedó algo más arriba una capa de aire más caliente.

EJEMPLOS DIVERSOS

La Fata Morgana, frecuente en el estrecho de Mesina que separa a Sicilia del resto de Italia, permite ver casas de esta isla desde Nápoles y Reggio; se trata de un espejismo debido al calor. • En las montañas existe una activa circulación de aire que se calienta en contacto con las laderas y se producen a veces espejismos muy extraños. • El titilar de las estrellas no se debe a perturbaciones de sus superficies sino a las turbulencias atmosféricas; en los planetas mayores, que tienen un diámetro aparente sensible, dichas perturbaciones sólo afectan a los bordes y por eso el planeta no titila. • Para observar el horizonte es necesario que la luz atraviese un espesor de aire mayor que para observar el cenit; por eso las estrellas titilan más al aproximarse al horizonte y, naturalmente, en los días de verano a causa de las corrientes ascendentes. • A veces la Luna o el Sol nos parecen enormes en el horizonte y pequeños en el cenit. Aquí no se trata de un fenómeno físico, sino de un error de perspectiva: una misma moneda colocada a la misma distancia cubre exactamente al astro en los dos casos. Lo que ocurre es que, al mirar hacia arriba, carecemos de puntos de referencia, mientras que en el horizonte comprobamos que el Sol y la Luna están muchísimo más lejos que las casas y objetos habituales y entonces nos sorprende la importancia de su diámetro. • Una parte apreciable de las observaciones de "platos voladores" fue explicada por reflexiones anómalas del planeta Venus, globos meteorológicos lejanos, aves, plumas y otros objetos arrastrados por corrientes ascendentes, cirros (una especie de nube) en rápido movimiento, el brillo de la estrella Sirio, meteoritos, halos de niebla, huellas de vapor congelado de aviones, etc. • Las ondas de radar se comportan como las ondas de luz y pueden estar sujetas a espejismos similares.

METAMORFOSIS DE LOS ORGANISMOS

Todos los organismos provienen de una sola célula llamada huevo. El huevo es un óvulo puesto por la hembra y fertilizado por el macho. La diferencia fundamental entre los huevos es que algunos carecen casi totalmente de reservas, de modo que muy pronto deben dar nacimiento a un ser capaz de alimentarse por sí mismo, como ocurre con las larvas de los insectos y de muchos animales marinos. Otros huevos poseen una gran reserva de alimentos, denominada yema, como por ejemplo el huevo de la gallina, y dan origen a un ser que al nacer es ya muy semejante al adulto. Un caso especial es el de los animales con placenta o *placentarios*, que incluye a la totalidad de los mamíferos y a algunos pocos grupos más: su huevo tiene escasas reservas pero muy pronto se adhiere al organismo de la madre y la sangre de ésta alimenta al embrión: el hombre figura en este último grupo. Existe toda clase de etapas intermedias.

DEL HUEVO AL ADULTO

De los huevos de los insectos y muchos otros animales emerge una *larva*, a veces tan diferente de la forma adulta que confunde a los biólogos durante años. Una larva es en esencia capaz de alimentarse, pero generalmente incapaz de reproducirse. Las larvas de muchos animales marinos son minúsculas y transparentes y viven en el plancton de la superficie del mar. Se comprende que como la estructura de la larva, y a menudo su modo de vivir, son enteramente diferentes de los del adulto, la larva cambie de forma por lo menos una vez: esta crisis de renovación se denomina metamorfosis. Del huevo de la mariposa nace una oruga que come y crece rápidamente; luego pasa por una fase inmóvil denominada pupa o *crisálida*, en la cual no se alimenta; de la crisálida sale la mariposa adulta. Los crustáceos y los insectos suelen enfrentar otros problemas, porque su esqueleto es externo y su rigidez los comprime; por lo tanto, cuando realizan una muda se evaden de ese estuche demasiado chico y antes de formar otra capa dura crecen con gran rapidez. Casi diríamos que son animales que crecen "a saltos". La palabra *imago* significa simplemente el adulto joven que acaba de sufrir su última metamorfosis. En principio es adulto el animal que ya no cambia de forma y es capaz de reproducirse.

EJEMPLOS

La larva del *lenguado* se parece a la de los otros peces y vive cerca de la superficie; pero como en la forma adulta descansa sobre un costado en el fondo del agua, uno de sus ojos (el que quedaría enterrado en el barro) "emigra" al otro lado de la cabeza, de manera que ambos ojos quedan en un solo costado del cuerpo. Entonces el pez desciende y comienza su ciclo adulto.
Es muy común que la vida de la larva sea diferente por completo de la del adulto. El erizo de mar, cuyo ciclo vital representamos

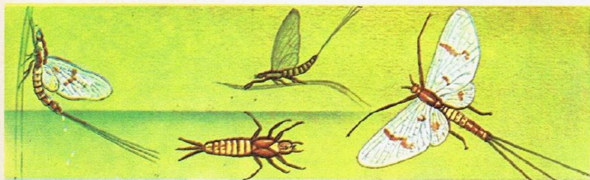
en la cubierta, comienza siendo una larva diminuta, transparente y ciliada, que vive cerca de la superficie, mientras el adulto quedará adherido al fondo.
La voraz larva de la libélula vive en el agua; pasa por un estado intermedio llamado *ninfa,* privativo de los insectos, en el cual el sexo no está desarrollado pero las otras partes se van asemejando a las del adulto. La libélula no forma crisálida: una vez que la ninfa maduró deja de alimentarse y emerge del agua trepando por algún tallo; entonces, como se ve en las ilustraciones, surge el adulto joven o imago, después de romper la envoltura exterior a la que desecha como una cáscara vieja. El adulto vive atrapando insectos voladores con sus patas.
Los huevos de la rana se aglutinan formando masas que se llaman "huevas"; debido a su escasa yema pronto nacen pequeñas larvas negras llamadas renacuajos. Al principio el renacuajo respira mediante branquias exteriores; luego desarrolla branquias interiores junto a la garganta, y las primeras se atrofian; entretanto se desarrollan los pulmones que utilizarán en la vida terrestre. Por otra parte, nacen primeramente las patas posteriores y luego las anteriores, mientras la cola se atrofia. Concluida esta etapa la minúscula rana está lista para pasar del agua a la tierra. El adulto es totalmente diferente puesto que habita en la tierra, respira aire, come animales en vez de vegetales y se mueve mediante sus patas y no por medio de su cola.
En las *aves* las reservas nutritivas o yemas son enormes y los cambios tienen lugar dentro del huevo. El embrión es un minúsculo disco de células en la superficie de la yema a la que absorbe poco a poco mientras va adquiriendo la forma del ave adulta. Al romper el cascarón el polluelo es simplemente un adulto en miniatura y a partir de entonces su crecimiento es un proceso gradual sin metamorfosis importantes.

INVOLUCIÓN

Dijimos ya que lo esencial de la vida es alimentarse y reproducirse. Cuando un animal se vuelve parásito suele perder muchas características de su especie y existen inclusive animales superiores que al convertirse en parásitos se han vuelto casi irreconocibles. Pero aquí el ciclo vital se complica. Por ejemplo la tenia, una de cuyas formas vive en el intestino humano, se parece a una cinta que desprende por la cola segmentos autónomos, capaces, cargados de gérmenes; estos anillos salen del huésped junto con las heces, se depositan en la hierba y contaminan al ganado que la come; entonces cada embrión forma una pequeña larva que se aloja en los tejidos y cuando un ser humano come carne infectada el ciclo se reinicia. Sólo entonces la tenia desarrolla los ganchos que le permitirán adherirse al intestino humano.
Un parásito puede tener ciclos mucho más complicados que un insecto. Existe una lombriz que infecta a los ovinos pasando por un caracol. Sus huevos son depositados con los excrementos de la oveja, y cuando el agua los arrastra se transforman en una larva que se aloja en un caracol si tiene éxito en su búsqueda. De allí sale en forma de pequeños quistes muy resistentes que pueden sobrevivir durante muchos meses; cuando una oveja se acerca a beber puede tragar alguno de ellos, éste pasa al hígado del ovino donde reinicia su ciclo.

EVOLUCIÓN, PROBABILIDAD Y SEXO

La célula de la que nacemos contiene en potencia todos nuestros caracteres hereditarios; éstos se alojan en los cromosomas, de los cuales el hombre posee 23 pares, es decir, 23 cromosomas que vienen del padre y 23 cromosomas similares que provienen de la madre. Los cromosomas no son simples: cada uno de ellos comprende una multitud de *genes* y en el microscopio aparece listado como una cebra. Cada banda es un gene, y cada gene puede variar o *mutar* independientemente. Pero aunque los cromosomas fueran simples, el número de combinaciones posibles mediante la unión sexual es de 2 elevado a la potencia 46 o sea más de 60.000 millones: esto nos explica por qué no hay (salvo los gemelos univitelinos) dos seres humanos absolutamente iguales. En otros términos, la división en dos sexos, a pesar de las complicaciones adicionales que implica, es la mejor oportunidad de *recombinación* de los caracteres hereditarios. Por esta razón una especie que se reproduce sexualmente tiene muchas mayores posibilidades para variar y adaptarse a los cambios. Veremos que esa variación se vuelve indispensable al modificarse el ambiente o las condiciones de vida y ello nos explica por qué las especies sexuadas triunfaron en líneas generales sobre las asexuadas.
Ahora bien, el sexo masculino o femenino es también determinado por un gene. Aunque hay varias formas de que eso suceda, existe un cromosoma portador de ese gene; y como además dicho cromosoma comprende muchos otros genes, existen enfermedades ligadas al sexo. Una de ellas es la hemofilia o dificultad de la sangre para coagularse. Dicho mecanismo es muy complejo y en otra nota explicaremos por qué ciertas características, como la imposibilidad de ver los colores, son mucho más frecuentes en



A la izquierda, una hembra de efímera, desova; la larva o ninfa que sale pasa por cuatro etapas, mudando muchas veces. Al final de la tercera etapa abandona el agua y vuela. Luego, tras una nueva muda el adulto emerge (a la derecha). Su nombre proviene de que su vida alada adulta dura unas pocas horas; su existencia como larva es mucho más prolongada.

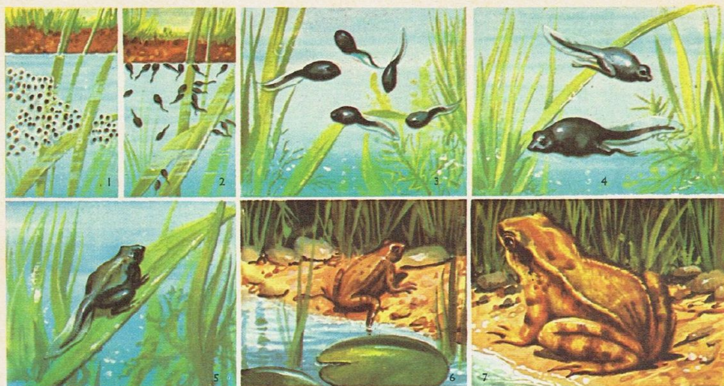






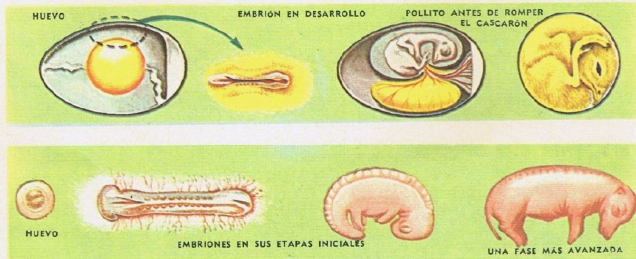


1. Una ninfa de libélula sale de un huevo puesto en agua o contiguo a ésta. 2. La futura libélula vive en el agua por lo menos un año devorando vorazmente otras criaturas, y sufre entonces unas diez mudas. 3. Cerca del final de su vida larval la libélula trepa por un tallo para salir del agua. El adulto joven o imago emerge, rompiendo su cutícula. 4. Antes de volar, el imago descansa hasta que sus alas se extiendan y sus patas se afirmen.



Desarrollo de la rana. 1. Huevos en una charca. 2. Pronto nacen renacuajos, que respiran mediante branquias externas. 3. Las branquias externas son reemplazadas por branquias internas. 4. Nacen las patas posteriores. 5. Luego aparecen las anteriores. 6. Con la cola casi reabsorbida, la rana en miniatura abandona el agua. 7. Rana adulta.

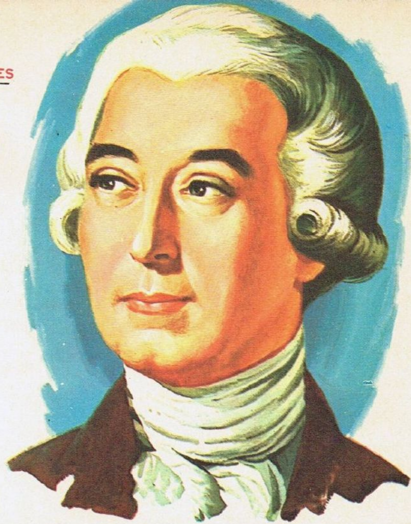
En el huevo fertilizado el embrión del pollo es un minúsculo disco en la superficie de la yema, su reserva de alimento. Gradualmente van apareciendo los distintos órganos del pollo, su sistema nervioso, su espina dorsal, sus ojos, su pico, etc., hasta que la yema se agota y el pollito llena totalmente el huevo.



Al comienzo, el embrión de cerdo se asemeja mucho al del pollo. Pero el huevo contiene muy poca yema, porque muy pronto lo alimentará la sangre de la madre, en cuyo interior se desarrolla. Cuando comienza a parecerse al animal adulto se denomina "feto".

los hombres; o por qué un determinado sexo transmite una enfermedad pero es el otro sexo el que la sufre. En la actualidad, un médico que examina el árbol genealógico de una familia puede en general decir si alguna anomalía congénita de un niño es hereditaria o simplemente accidental, y qué probabilidades tiene de repetirse en el próximo embarazo.
Haciendo abstracción de toda teoría, es evidente que los animales deben reunir los requisitos necesarios para subsistir. El carnívoro tiene los ojos hacia adelante, y el hervíboro, que huye de él, suele tenerlos a los costados para verlo aproximarse con más facilidad. Existen polillas que son presas fáciles de otros insectos voladores y se disimulan en el campo mediante el color; pero aquellas que emigran a las ciudades adquieren un color negruzco. No se trata de que la polilla cambie individualmente de color, sino de que sobreviven aquellas de color oscuro que eran más vulnerables en el campo y lo son menos en la ciudad. Si apareciera una enfermedad mortal que atacara solamente a los que tienen determinado grupo sanguíneo, este grupo sanguíneo desaparecería. A medida que los demás animales progresan, las especies restantes deben hacerlo también: por eso se dice que la selección, sumada al tiempo, significa mayor perfección. Así la "invención" de la hemoglobina, que representó una enorme mejora en la eficacia del transporte de oxígeno a los tejidos, obligó a muchas especies a defenderse de la mayor energía de aquellas que la poseían. Los antílopes están muy difundidos porque unen a la capacidad de rumiar, es decir de contentarse con una dieta muy amplia y digerir en los momentos de descanso, la velocidad de su carrera. Cuando recorremos una playa observamos que las moscas son en general de alas angostas: la razón es que las que poseían alas demasiado anchas fueron arrastradas por el viento hacia el mar. En todo este problema de la evolución, los fósiles son los documentos básicos del biólogo.
En esa especie de gigantesca lotería que es la vida, las variedades de animales tienen dos maneras de subsistir. Una de ellas es produciendo una descendencia muy bien dotada para su nutrición y defensa, como ocurre por ejemplo con el tigre; el otro método es el de los grandes números, en el que cada pareja produce tantos millones de descendientes que a pesar de que éstos son devorados y sufren toda clase de peripecias, basta con que sobrevivan unos pocos para que el grupo se perpetúe. Se sobreentiende que los que subsisten son en general los que reunían las condiciones más adecuadas: así la vida acompaña a la evolución del mundo. En otra nota hablaremos del origen de la vida, pero adelantamos que el suponer un origen extraterrestre (otro planeta, por ejemplo) significa a lo sumo alejar el problema y además complicarlo, porque es muy difícil que las condiciones reinantes en otro planeta sean las mismas que las que imperaban en la Tierra cuando apareció la vida en ella.

LAVOISIER Y LA POLÉMICA DEL FLOGISTO



Antonio Lavoisier (1743-1794)

Cuando se quema un cuerpo, por ejemplo un trozo de madera, las cenizas pesan menos que la sustancia original. Los antiguos suponían que con la combustión el cuerpo perdía un elemento indivisible denominado "flogisto" y que a partir de ese momento la sustancia, privada de ese ingrediente, ya no podía arder. Si se reflexiona bien se comprueba que los estudiosos antiguos tomaban a los elementos por un compuesto y a los compuestos por un elemento. Por ejemplo, al arder el magnesio ellos supondrían que lo que nosotros consideramos que es el "elemento" magnesio incluía flogisto, y era por lo tanto un compuesto; y que una vez que había ardido, lo que nosotros consideramos óxido de magnesio era una sustancia simple, pues su flogisto se había evaporado en el aire.
Es excesivo quizá decir que Lavoisier descubrió el oxígeno. Antes que él, conocieron su existencia Scheele y Priestley, aunque no entrevieron claramente su papel en la combustión. Pero lo extraordinario de Lavoisier es que planeó su obra desde el principio. Introdujo el uso sistemático de la balanza, definió la materia como algo que pesa, y en definitiva creó la química moderna porque ésta nunca hubiera progresado sin volverse cuantitativa. En primer lugar Lavoisier demostró, mediante la balanza, que cuando un cuerpo se quema incorpora algún elemento del aire, porque el producto final es más pesado que antes de la combustión, si se conservan los gases que habitualmente se disipan en el aire. Luego combinó estaño con oxígeno y mostró que la masa total, es decir, el peso del óxido de estaño más el aire residual, no cambiaba. En 1777 realizó su experiencia más célebre: la de oxidar el mercurio. Al calentar una retorta llena de aire, éste se dilataba y burbujeaba, como lo muestra la ilustración, en un tubo con algunos gramos de mercurio. Se formaba así óxido de mercurio rojo. Al cabo de 12 días la reacción se había detenido a pesar de quedar aún mercurio sin oxidar por una parte, y de sobrar "aire" en la retorta, por la otra. Lavoisier dedujo inmediatamente las consecuencias: el aire debía componerse de un gas activo y de un gas inerte: hoy sabemos efectivamente que el aire es una mezcla de una parte de oxígeno y cuatro partes de nitrógeno.
Una vez analizado el aire, razonando por analogía asimiló el calor animal a una combustión. Esto lo llevó a pensar en la respiración como en una asimilación de oxígeno; y aunque no le dio el nombre ni pudo identificarla químicamente en la práctica, descubrió la hemoglobina, que toma el oxígeno en los pulmones y lo lleva a los tejidos "para que allí se efectúe la combustión" como Lavoisier mismo lo dice explícitamente. Todo esto lo llevó a medir las cantidades de calor que se desprendían y por eso también Lavoisier se transformó en padre de la calorimetría. También enunció la ley de conservación de la masa. Lavoisier era de familia acomodada y recibió una formación científica. Desde muy joven publicó memorias y obtuvo premios. Se ocupó de los temas más diversos, a veces vinculados a sus funciones, escribiendo por ejemplo obras sobre la recaudación de impuestos. Fue decapitado (casi por accidente, pues no se ocupaba de cuestiones políticas) a los 50 años de edad. No se puede dejar de pensar en lo que quizá hubiera descubierto si hubiese sobrevivido. Lo cierto es que trazó el plan que luego seguiría Pasteur, con respecto a las relaciones entre los organismos y la atmósfera.



Instalación de Lavoisier para el famoso experimento con el que demostró el papel sumamente importante que desempeña el oxígeno en el proceso de la combustión.

FISIOLOGÍA

EL ESQUELETO, JUEGO DE PALANCAS ARTICULADAS

Un esqueleto, que es a menudo una combinación de piezas rígidas articuladas, es simultáneamente una armazón para el cuerpo y un punto de inserción para los músculos que mueven el animal.

ESQUELETOS INTERIORES

Casi todos los animales que poseen un esqueleto interior o "endoesqueleto" son vertebrados, como los peces, los anfibios, los reptiles, los pájaros y los mamíferos. El endoesqueleto puede ser de hueso o de cartílago. Por regla general, cuando los invertebrados poseen un esqueleto, éste es externo como en el caso de los insectos y se llama entonces "exoesqueleto". Su mayor inconveniente es que se opone al crecimiento del animal, que frecuentemente debe realizar sucesivas mudas. Escasos invertebrados tienen un esqueleto interior: existen babosas y pulpos con caparazón interno, y la armazón de las esponjas se compone de agujas o espículas entrelazadas. Pero suele tratarse de un simple soporte rígido, y no de un juego de palancas que facilita el movimiento.



Sin el contrapeso existiría un enorme esfuerzo de flexión en la columna de la grúa; mediante éste, que equilibra la carga, se logra economizar material en la columna de sostén. Del mismo modo, las patas delanteras de los cuadrúpedos son menos macizas gracias al contrapeso de la cabeza y el cuello.



Los ingenieros podrían utilizar vigas de la forma A, pero emplean el perfil B, con la misma capacidad de carga y un gasto menor de material.

ESTRUCTURA FUNDAMENTAL

En otra nota nos ocuparemos de los "exoesqueletos" para dedicarnos aquí al esqueleto interior de los vertebrados. No debe olvidarse que éstos se originaron en el agua y que en su esqueleto se distinguía claramente un eje o *esqueleto axial* (la columna vertebral, desde el cráneo hasta la cola), y un *esqueleto apendicular* (el de los miembros). Cuando los vertebrados pasaron a tierra firme, los miembros tuvieron que soportar el peso del cuerpo y se unieron más firmemente a la columna. Poco a poco formaron así lo que se llama las *cinturas*. Hay dos cinturas: la que corresponde a los hombros, que en el hombre es muy suelta porque no soporta el peso del cuerpo, y la que corresponde a la pelvis, que en el hombre está firmemente unida a la columna vertebral porque todo el peso se transmite al suelo por medio de las piernas.

LOS HUESOS

El esqueleto se compone de piezas sueltas que se llaman huesos. Las regiones o puntos de contacto entre las superficies de éstos se denominan articulaciones. Hay articulaciones que prácticamente no se mueven: son las *suturas* como las de los huesos del cráneo. Existen articulaciones cuyos movimientos son muy limitados como la de la mayoría de las vértebras entre sí y que se denominan *anfiartrosis* (es cierto que podemos rotar muchos grados en uno u otro sentido pero esto se debe principalmente a la gran movilidad de la cabeza sobre la columna y a la *suma* de los pequeños movimientos de rotación entre vértebra y vértebra). Por último se denominan *diartrosis* las articulaciones capaces de movimientos muy amplios, como por ejemplo la articulación del hombro.

CRECIMIENTO

En el embrión los huesos no están calcificados: son de cartílago. Antes del nacimiento aparecen ya diminutos centros de osificación, que poco a poco se extienden. Pero mientras dura el crecimiento los huesos largos conservan un disco de cartílago por donde pueden crecer conservando su forma; de otra manera deberían remodelarse continuamente. La osificación definitiva de ese cartílago de crecimiento se produce sólo después de la adolescencia. También las suturas del cráneo y de la cara permiten el crecimiento y solamente se sueldan en la edad adulta. Las suturas que unen la cara al cráneo son la zona de mayor desarrollo durante la adolescencia y ésta es la razón por la cual la cara del adulto sobresale mucho más que la del lactante.

CÓMO FUNCIONA UNA ARTICULACIÓN

Hablaremos aquí de las articulaciones que permiten los grandes movimientos. En todas ellas la superficie de contacto es una capa de cartílago y las embebe un lubricante semejante a la clara de huevo llamado "líquido sinovial". Así se reduce la fricción. Pero también la articulación necesita ser resistente además de móvil, y en su parte exterior tiene ligamentos que vinculan un hueso

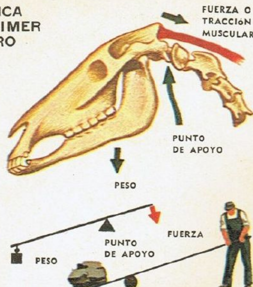




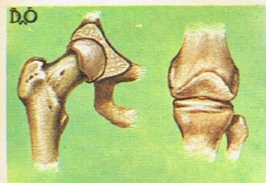
La estructura de los huesos del ala de un halcón es análoga a la del ala de un avión. La economía de peso sin disminución de la resistencia es una gran ventaja para el vuelo.



El bastidor hueco de una bicicleta es tan resistente como si fuera macizo.







La articulación de la cadera humana consta de la cabeza semiesférica del fémur encajada en una concavidad igual de la pelvis (izquierda). A la derecha se muestra la articulación de la rodilla, cuyo movimiento es el de una charnela (no se dobla hacia los costados).



al otro. En el caso de la rodilla, que se mueve sólo hacia adelante o atrás, los ligamentos están a los costados para no obstaculizar el movimiento. Lo mismo ocurre en el talón. El caso más difícil es el del hombro porque se mueve en todo sentido y entonces el húmero queda unido al omoplato casi exclusivamente por músculos que, por esta razón, se denominan "ligamentos activos"

UN HUESO VISTO POR DENTRO

Es sabido que con la misma cantidad de hierro una barra maciza tiene mucho menos resistencia que un tubo. Los huesos largos como la tibia, el fémur, el húmero, etc., son también huecos y soportan así mayores tensiones con menor peso. Cuando se examina su estructura interna mediante el microscopio o los rayos X se puede ver que también sus laminillas están orientadas según las fuerzas que soportan.
Los huesos del cráneo, cuyo origen es fibroso y no cartilaginoso, son también diferentes en este aspecto: forman una especie de emparedado con dos superficies periféricas de hueso compacto que encierran una capa de hueso esponjoso con mucha sangre llamado *diploe*. Como no se le pueden aplicar pinzas para detener la hemorragia, en la cirugía de cráneo se lo tapona con materiales céreos.

LOS HUESOS LARGOS, PALANCAS VIVIENTES

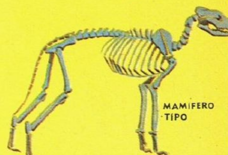
Los huesos largos son palancas cuyas fuerzas son los músculos. Existen tres géneros de palanca: de primero, de segundo y de tercer orden, según la posición de la fuerza, del punto de apoyo y de la resistencia. La palanca de primer género es la que permite ahorrar el esfuerzo en mayor proporción. Pero en los vertebrados abundan sobre todo las palancas de los otros géneros porque los músculos son muy fuertes y la naturaleza prefiere disminuir el brazo de palanca. No nos extenderemos en explicaciones porque las figuras son clarísimas: muestran que el cráneo de muchos mamíferos actúa como una palanca de primer orden, que el pie humano es un ejemplo de una palanca de segundo orden y el codo es un ejemplo de palanca de tercer orden.

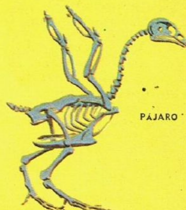
RESPUESTAS ANTICIPADAS

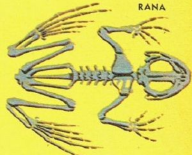
La cabeza del hombre se apoya sobre la columna vertebral de tal manera que se encuentra casi en equilibrio: por esta razón los músculos de la nuca necesitan un esfuerzo mínimo para mantenerla en posición erecta. ● En ciertos animales bípedos como el canguro no se puede contar con el apoyo en las patas delanteras; por eso el contrapeso se hace entre el cuerpo por una parte y una cola muy voluminosa por la

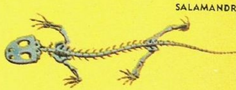
ESQUELETOS DE LOS VERTEBRADOS



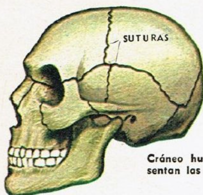












Cráneo humano. Las líneas oscuras representan las suturas entre los huesos.

otra, quedando las patas traseras en el medio. ● El tejido óseo tiene muy pocas células y mucho depósito de fosfato de calcio y materia orgánica; sin embargo se modela y remodela sin cesar, de manera que si se produce un cambio cualquiera en la posición o en los esfuerzos habituales de una persona, el hueso se adapta inmediatamente. ● La sustancia inerte del hueso tiene siete partes minerales y tres orgánicas; es la sustancia orgánica elástica, la que disminuye con la edad: ello explica las fracturas de cadera en los ancianos, puesto que la cadera transmite a las piernas la mayor parte del peso. La porción orgánica del hueso es la que le da la elasticidad, y la porción mineral la que le brinda la solidez. En los bebés los huesos son en gran parte cartilaginosos y más flexibles. ● El peso de la cabeza, el de las costillas y del resto del tórax se transmiten por la columna vertebral al hueso sacro, que penetra como una cuña en la pelvis; ésta recibe además todo el peso del abdomen y transmite el conjunto a las dos piernas por medio de las articulaciones de las caderas; se comprende por lo tanto cuánta solidez deben tener estas últimas. ● El hombro es en cambio sumamente libre en sus movimientos; su única unión ósea con el cuerpo es la débil articulación de la clavícula con el esternón. Esta ventaja de movilidad tiene su contraparte: la luxación del hombro es bastante común. ● Los músculos que sujetan el hombro influyen en los movimientos de la mano: a veces la parálisis de un pequeño músculo impide a la persona que escribe trasladar la mano sobre el papel de izquierda a derecha. ● Las vértebras están separadas entre sí por una almohadilla compuesta de un núcleo gelatinoso rodeado por múltiples capas de un ligamento elástico, dispuestas como en una cebolla; la hernia de este disco intervertebral consiste simplemente en un aflojamiento de dicha envoltura de protección y produce serios dolores al comprimir los nervios que emergen de la médula espinal. ● Los centros de osificación aparecen según un orden bastante riguroso, aunque complicado; permiten al médico radiólogo determinar ciertas anomalías, y al médico legista, indicar la edad de los cadáveres que examina. El último hueso en soldar es la clavícula, que lo hace alrededor de los 30 años. ● Dentro de cada hueso penetra una arteria nutricia que lo alimenta. En las radiografías su trayecto es algo más claro y puede simular una fractura: por eso, especialmente en los dedos, el radiólogo observa la placa con gran detenimiento. ● Las pantorrillas de los negros son por lo general más delgadas que las de los blancos porque su talón es mayor: sus músculos son entonces más largos pero más delgados, porque trabajan en mejores condiciones. ● En los huesos que soportan pesos como la tibia o el fémur la estructura interna se parece mucho a la estructura en ojiva de las catedrales góticas. ● Cuando es imposible que dos superficies óseas ajusten exactamente, un cartílago fibroso compensa las diferencias; esto ocurre especialmente en la rodilla, que también posee ligamentos internos; los fibrocartílagos de la rodilla se llaman *meniscos* y la luxación de los meniscos es un accidente frecuente en ciertos deportes. ● El depósito de calcio en los huesos depende del aporte exterior de vitamina D (ergosterol), y de la glándula paratiroides desde el punto de vista interno; pero se trata de un proceso sumamente complicado. En definitiva se sabe lo que ocurre pero muy a menudo es un misterio saber por qué.



TAXONOMÍA

LOS ARTRÓPODOS

De cada cinco especies animales, cuatro son de **artrópodos**; y si exceptuamos los animales de los fondos marinos, la gran mayoría de los que falta descubrir son probablemente artrópodos. Los artrópodos comprenden los insectos de seis patas, los arácnidos de ocho patas, los crustáceos y muchos otros pequeños grupos vivientes o fósiles. Pueden ser microscópicos y también muy grandes, como los decápodos del Japón que miden 1,50 metro.

Las características del subreino de los **artrópodos** son la simetría bilateral, la segmentación en anillos movibles (cada uno de ellos con un par de patas articuladas), los músculos de tipo estriado como en los vertebrados y un estado de larva muy diferente del adulto, lo que implica una o varias mudas. Los recubre por lo general una fuerte cutícula. El celoma es pequeño y lo reemplaza en su mayor parte el espacio para la circulación. Con excepción del **peripatus** carecen de cilios. El segmento que forma la cabeza modifica sus patas en antenas que son órganos sensitivos o apéndices para su alimentación.

La clase de los **onicóforos,** como el **peripatus** (1) vive en ambientes húmedos, tiene muchas patas, se parece bastante a los gusanos y se encuentra sobre todo en los trópicos y en Asia meridional.

La clase de los **trilobites** es exclusivamente fósil; todos parecen haber sido marinos, como el **olenellus** (2).

La clase de los **crustáceos** es principalmente acuática y suele reforzar su gruesa cutícula con carbonato de calcio hasta formar un carapacho o caparazón. Utilizan las patas para la locomoción, la alimentación y la respiración y se dividen en seis subclases.

En la subclase de los **braquiópodos** hay por lo menos cuatro pares de patas con cerdas para retener partículas de alimentos y servir asimismo como branquias para la respiración; el movimiento se efectúa por medio de las antenas y también de las patas del tronco, como en el camarón **chirocephalus** (3) o la pulga de agua **daphnia** (4).

Los **ostrácodos** forman una subclase de animales pequeños, encerrados en su caparazón y que nadan y se alimentan por medio de sus antenas, como el **cypris** (5).

En la subclase de los **copépodos** los individuos carecen de caparazón y nadan mediante las patas, excepto en las formas parásitas en las que a menudo se atrofian. Por ejemplo el **cyclops** (6) y el **calanus** que vive en la superficie del mar y es un elemento importante en la dieta de los arenques.

La subclase de los **branquiuros** como el **argulus** (7) agrupa animales que son parásitos temporarios de los peces pero luego nadan libremente.

La subclase de los **cirrípedos** comprende a las sedentarias **lapas** (ej. **lepas,** 8) y algunas formas parásitas como la **saculina.**

La subclase de los **malacostráceos** es muy diversa, con ojos salientes y gran carapacho. Las patas de la cabeza sirven para la alimentación, las del tronco para la movilidad y a veces para la respiración. Incluye a los cangrejos, langostinos, langostas, etc. Ejemplos: **ligia** (9), **squilla** (12), **carcinus** (10) y **astacus** (11).

Clase de los **miriápodos.** Estos artrópodos son terrestres y respiran por medio de tráqueas, análogas a nuestros pulmones. La subclase de los **quilópedos**, como el **lithobius** (13) es carnívora; la de los **diplópodos,** como el **iulus** (14) es vegetariana.

FABRIL 11-10-63

NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÊRMINOS

CITA CON VENUS: EL "INFORME DEL MARINER II"

Cuando el Mariner pasó a sólo 34.000 Km. de Venus, veía a este planeta como un disco brillante cuya superficie fuera novecientas veces mayor que la de la Luna llena. Sus informes más útiles se concentraron en los 20 días de mayor acercamiento al punto de cita. Muchos se preguntarán si semejantes viajes tienen utilidad: hoy nos limitaremos sólo a la parte científica, pero en una próxima nota destacaremos los resultados prácticos, directos e indirectos, de los datos que así se recogen.

Venus. — En primer lugar, el Mariner reveló que Venus está envuelto por una capa continua de nubes densas y frías a 35° C. bajo cero. Encontró un solo punto más frío, quizá una montaña muy alta. En cambio la temperatura de su superficie, tanto del lado iluminado como del lado oscuro, es de más o menos 415° C., o sea superior a la del plomo fundido. Se resolvió así una antigua controversia referente a la posibilidad de una vida similar a la terrestre en dicho planeta. ¿Cómo averiguó el Mariner II estos datos? Muy sencillo; cuando se observa un objeto esférico el "ecuador" nos presenta un espesor de atmósfera mucho menor que los "polos", que se examinan de perfil; el Mariner II llevaba dos radiómetros de microondas, uno de 13 ½ mm. y otro de 19 mm. Ahora bien, el vapor de agua absorbe en gran medida la primera longitud de onda y fue fácil calcular su proporción en relación con el espesor atmosférico. La temperatura de las nubes se observó por medio de un radiómetro para infrarrojos, con longitudes de ondas entre 8,4 y 10,4 micrones que hubiera indicado muy fácilmente cualquier brecha en la atmósfera de nubes. De paso el anhídrido carbónico que absorbe preferentemente la longitud de 8,4 micrones permitió determinar su apreciable proporción en las nubes; pero por debajo de éstas el problema de su abundancia sigue sin resolver.

Magnetismo. — El Mariner II llevaba además magnetómetros muy sensibles y exactos capaces de percibir un minúsculo clavo en un zapato a 3 metros de distancia. Los resultados indican que, contrariamente a lo que se creía, el campo magnético de Venus es exiguo, mucho menor del 10 % del campo magnético terrestre. Ello, sumado a otras observaciones, significa que la rotación de Venus es despreciable si no es nula. Por otra parte esta revelación sorprendente se confirma porque la atmósfera de Venus es muy pareja y por lo tanto no posee nada similar a las auroras boreales o al cinturón de Van Allen (formado por partículas ionizadas, prisioneras de nuestro campo magnético). En cambio, durante todo su viaje el Mariner II apreció un campo magnético solar débil pero fluctuante que podía multiplicarse hasta por 10 cuando los vientos o el "aliento" solar aumentaba; mostró además que son esos vientos solares los que "empujan" y deforman el campo magnético, lo que es sumamente importante en la radiotransmisión terrestre. Fuera de las tormentas solares, el campo magnético emanado del Sol es apenas 1 milésimo del terrestre.

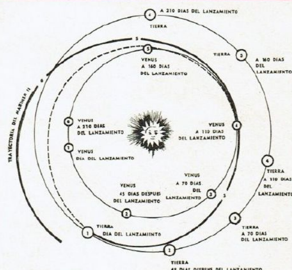
Radiaciones. — Los contadores Geiger resolvieron un problema muy importante: la intensidad de los rayos cósmicos no depende de la distancia al Sol; por consiguiente debe considerarse que el origen de éstos es exterior a nuestro sistema solar. Por otra parte, al no señalar ningún cambio en las cercanías de Venus, confirmaron que éste carecía de campo magnético capaz de retener partículas ionizadas.

Colisiones. — Otro problema de gran interés era el de posibles choques con meteoritos errantes. El duodécimo día hubo una aparente colisión espacial de la que el Mariner II se recuperó, pero luego sus micrófonos de cristales, capaces de registrar choques de partículas de millonésimos de gramo, sólo anotaron dos impactos. En el espacio interplanetario los fragmentos realmente ponderables son escasísimos.

Vientos solares. — Un espectrómetro especial destinado a medir las partículas emitidas por el Sol y capaz de señalar cargas dentro de límites muy amplios dio también preciosas informaciones sobre lo que ahora se llama el "viento solar". Indicó unas 40.000 partículas; descubrió que el plasma solar (que es un gas formado por átomos disociados en protones y electrones) embebe todo el sistema solar, que forma algo así como los suburbios del Sol. El número de protones, cuya energía puede oscilar entre 200 y 10.000 electrón-voltios, es de 1 a 3 por cm^3. Su velocidad es muy irregular: aunque normalmente oscila entre 300 y 800 Km. por segundo, las perturbaciones solares pueden multiplicarla por 20 y hasta por 100, lo que se observó dos veces durante el vuelo. Este punto es también muy importante para la técnica de las transmisiones terrestres.

Mediciones astronómicas. — Mediante el eco de las radiaciones retransmitidas por el planetoide se logró una confirmación exacta de la distancia de la Tierra al Sol. En efecto, las leyes de Kepler (ver TECNIRAMA Nº 7, pág. 139) nos permiten, conociendo la distancia de uno de los planetas, deducir la de los demás. También fue posible determinar que la masa de Venus es 0,81845 la de la Tierra con un error posible de 0,005.

Problemas varios. — Hubo accidentes durante el viaje: faltando sólo 9 días para la posición óptima el recalentamiento (previsible porque Venus está cerca del Sol y la energía recibida se duplicaba, pasando a 30 vatios por cm^2.) fue alarmante y alcanzó el límite de eficacia de los aparatos, que era de 65° C. Esto anuló 7 de las 18 medidas más importantes que transmitió el Mariner II, pero no impidió obtener cifras relativas al lado iluminado, al lado oscuro y, sobre todo, al límite entre los dos. También hubo éxitos: es asombroso cómo con sólo 3 vatios de potencia se enviaron microondas a distancias fantásticas con admirable precisión. La energía, naturalmente, provenía de fotopilas colocadas en alas de 5 m. de largo, que contenían 9.800 baterías solares cada una. Nótese que, como la distancia de Venus al Sol es la mitad de la distancia de Marte al Sol, los sateloides que se envíen a este último planeta necesitarán llevar 4 veces más fotopilas y la astronave deberá ser mucho más pesada. La velocidad del Mariner se apreciaba por el efecto Döppler (explicado en TECNIRAMA Nº 7, pág. 138). La maniobra de rectificación del curso del planetoide mediante las antenas direccionales tuvo pleno éxito. Por último, los ingenieros calculan que necesitarán un año para analizar a fondo los datos recibidos.



La línea negra llena muestra la trayectoria del Mariner II. Las otras dos, la de Venus y la de la Tierra, respectivamente. Se tarda unos 4 meses en llegar a Venus y unos 8 meses en llegar a Marte; el lanzamiento, debido a la mayor velocidad de revolución de Venus, tiene que efectuarse con anticipación. Aunque la distancia mínima entre la Tierra y Venus en el instante óptimo fue de 34 millones de Km., el Mariner recorrió 240 millones de Km. Se hicieron tres Mariner: uno para lanzar y los otros dos para pruebas y eventual repuesto.



CORREO DE LECTORES

EL HELIO, ELEMENTO CAPRICHOSO

A pesar de haberse llegado a menos de un grado sobre el cero absoluto, ¿no se puede solidificar el helio sin ayuda de presión externa? (J. R. O.)

El helio es un elemento muy curioso, que merecerá varias notas en TECNIRAMA. Haciendo abstracción de que existen por lo menos dos clases de helio, el punto de fusión "oficial" es de 272,1°C. bajo cero (1,1°K.) a una presión de 25,2 atmósferas. Tenga en cuenta que la presión atmosférica no es una medida fundamental de la naturaleza; consiste simplemente en un cierto valor que se observa en la Tierra a nivel del mar, y que son varios los elementos que, a presiones menores, tampoco se solidificarían.



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

MILIGRAMOS INDISPENSABLES

¿Qué son los oligoelementos? (L. M. C.)

Son metales y metaloides que se encuentran en dosis ínfimas, pero, indispensables para la vida. Su carencia puede ser mortal. Hace varias décadas se daba hierro a ovejas anémicas en Gran Bretaña, con resultados irregulares que dependían de la presencia o ausencia de cobalto, identificado hace poco en la vitamina B_{12} (antianémica). Si sumamos los elementos clásicos del cuerpo humano (oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, carbono, calcio, potasio, sodio, fósforo, azufre, cloro y magnesio) sólo queda libre el 0,020 % para otras sustancias. Y sin embargo, dentro de ese margen apenas dosificable se encuentran unos 25 oligoelementos; los principales son el hierro (50 miligramos por kilo), el cinc, el manganeso, el cobre, el cobalto y el níquel. Publicaremos varias notas sobre este tema.

VIENDO SIN LUZ

¿Qué son los fosfenos? (J. H.)

Son sensaciones visuales que resultan de excitar la retina mediante un estímulo que no sea la luz. Interesan actualmente en los pilotos de prueba cuya sangre al efectuar ciertas maniobras bruscas, emigra de la cabeza y va hacia los pies. En pruebas realizadas en plena oscuridad los sujetos observaron fosfenos muy intensos.

DISYUNTORES

Ustedes aplican el mismo razonamiento de la resistencia para el filamento de la lámpara y para el fusible. Creo que hay allí una contradicción. (E. P.)

La diferencia consiste en que el filamento de la lámpara es de tungsteno y funde a sólo 3.600°C., mientras los fusibles, como su nombre lo indica, "funden" a baja temperatura. Se eligen aleaciones que aseguren que para cierta intensidad de corriente, el filamento llegue a su temperatura de fusión: llenan así su papel de válvula de seguridad. (En lo referente al átomo de la llave su suposición es correcta. Lo que se representa es el **volumen** de uno de los trillones de átomos que componen la llave, si ésta adquiriera el tamaño de la Tierra.)

ABSORCIÓN Y EMISIÓN LUMINOSA

Pienso que la absorción y la emisión de luz, estando ligadas al traslado de los electrones, deben ser exactamente de la misma longitud de onda, y que los procesos fotográficos son similares. (H. J. P.)

Este tema es de una importancia tan fundamental, que será objeto de varios artículos en TECNIRAMA. En su expresión más sencilla, digamos que los electrones pueden girar en distintos "niveles": los más alejados del núcleo poseen más energía y en los menos alejados su energía es menor. Cuando un electrón baja de nivel emite una unidad de luz, cuya longitud de onda está en relación con el salto del electrón. Se comprende que, para volver al nivel anterior el electrón, necesita recibir un fotón igual al que hubiera sido capaz de emitir. Los saltos más grandes corresponden a las radiaciones más penetrantes como los rayos X, y los saltos menores a los rayos caloríficos, como los infrarrojos. No podemos explicar más a fondo este fenómeno porque está ligado a la famosa teoría de los **quanta** de Max Planck, que revolucionó la física, al mostrar que también la energía era discontinua. En la fotografía el proceso es más complejo porque la revelación de una foto es de índole química y consiste en precipitar plata metálica: la acción de la luz es preparar la emulsión para que el reductor pueda actuar sólo sobre las partes que recibieron rayos. Es cierto que la índole del compuesto que se emplea determina las zonas de mayor o menor sensibilidad de la placa fotográfica (azul, rojo, etc.). En el ojo el proceso es similar y consiste en la transformación de una sustancia llamada rodopsina, pero ésta es mucho más sensible a la luz verde. No olvidemos con todo que hay fenómenos diferentes, entre los que el más conocido es el de la fluorescencia: existen sustancias que al recibir rayos de ondas muy cortas, emiten ondas de menor frecuencia, como ocurre en la pantalla del televisor.

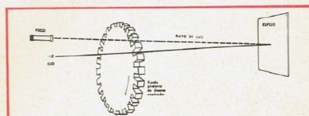
Y PARA CONCLUIR...

ROMANOS VERSUS ARÁBIGOS

Para multiplicar 35 por 49, en realidad sumamos 30 veces 40, más 40 veces 5, más 30 veces 9, más 9 veces 5. No lo notamos, porque en la numeración arábiga la **posición** de las cifras expresa automáticamente el valor en decenas, centenas o miles. Pero los romanos y griegos, cuyos signos (diez, cien, quinientos o mil) tenían valor **intrínseco**, debían realizar en detalle todas estas operaciones cuyo engorro era proporcional al cuadrado del número de cifras (para multiplicar 2 cantidades que comprendían centenas, los productos a sumar eran nueve). En la India, patria de la numeración moderna, se usaba (en otra forma) nuestro método "fulmíneo" para multiplicar.

LA VELOCIDAD DE LA LUZ

¿Cómo sabemos que la luz recorre unos 300.000 Km. por segundo? Podemos comprobarlo fácilmente "en laboratorio", con sólo una gran rueda dentada, una linterna y un espejo. Supongamos que la rueda con dientes cuadrados está quieta, y la luz de la linterna pase por una de las escotaduras, dé en el espejo, y la veamos por la escotadura siguiente. Luego, la rueda se pone a girar, y al pasar los dientes ante la linterna, el haz de luz se hace intermitente. Llega un momento en que la rueda gira tan velozmente que la luz que vuelve del espejo hacia nuestro ojo queda detenida por un diente. En ese momento, conociendo la velocidad de la rueda, el número de sus dientes y la distancia recorrida por la luz en su ida y vuelta al espejo, calculamos su velocidad. Éste es, en esencia, el método que utilizó Fizeau hace un siglo. Dos siglos antes que él, Roemer lo logró astronómicamente (lo explicaremos en otra nota) y obtuvo la misma cantidad.



NOTICIA DE HACE 50 AÑOS

Aeroplanos. — "La Federación Aeronáutica Internacional acaba de publicar el número de pilotos existentes en el mundo, que ya se acerca a 2.000. Encabeza la lista Francia con 968; en los países de habla española ocupan los primeros lugares la Argentina y España, ambas con 15."

FRASES CÉLEBRES

Dijo Jean Charon: "Murieron los tiempos del saber reservado a una minoría esotérica. El hombre de hoy, cualquiera sea su situación geográfica o social, quiere conocer."

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	30.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COLOMBIA,	Pesos	2,50	*ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4.—
*CHILE,	Escudos	0,60	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—	*VENEZUELA,	Bolívares	1,25

Aparece todas las semanas

*Distribución a partir del 9 de diciembre de 1963

Nº 9

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA 

Derek A. Stowe

AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: William B. FRETTER (Prof. Univ. California), cámara de niebla. Alan ISAACS (Prof. Univ. Londres), radiaciones ionizantes. David O. WOOBURY (Groset & Dunlap), cámara de niebla. Jean-François THÉRY (Técnico de prueba en materiales aeronáuticos, Francia), propergoles. Dr. William E. GORDON (Investig. químico de Arthur D. Little Co.), explosivos. Bernard FRANCK (Prof. Univer. Colorado), ciclo y tecnología del agua. Leslie N. McCLELLAN (Engineering Consultants Co.), canales. Gerald BARRY (Prof. Univ. Glasgow), armónicos. Berta MORRIS PARKER (Laboratorios Museo Chicago), estrellas y constelaciones. Don W. FAWCETT (Prof. Escuela Medicina Harvard), cutícula. M. ARON (Prof. Fac. Medicina Estrasburgo), quitina. Dr. Robert W. YOUNG (Lab. electrónico Marina de los EE. UU.), acústica musical. A. R. UBBELOHDE (Prof. termodinámica Imperial College of Technology), energía. Pierre SEMIROT (Observat. de Meudon), coordenadas celestes. P. GRASSÉ (Prof. Fac. Ciencias, París), artrópodos. Ivan D. WOOD (ingeniero asesor), irrigación. C. A. VILLÉE (Prof. Univ. Harvard), exoesqueletos. Howard VOLLUM (Presidente de la Tektronik Co.), oscilógrafo catódico. Dr. Wilhelm ANDERSON (Director de Análisis de Agricultura, Depto. de Agricultura de los EE. UU.), tecnología agrícola.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada uno, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo al que corresponden.

Publicada en Argentina por

EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



TOMO I
AÑO I
Nº 9

SUMARIO

Distribuidores, Agentes de Suscripciones y Venta de Números Atrasados, ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana S. A., Carrera 7ª nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924. San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S. A., Santo Domingo 1175, Santiago. **EL SALVADOR:** Distribuidora Salvadoreña S. A., Av. España 344, San Salvador. **ESPAÑA:** Central Española de Publicaciones S. A., Balmes 96, Barcelona. **GUATEMALA:** De la Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Srta. Hortensia Tijerino, Salvador Mendieta 111, Tegucigalpa. **MÉXICO:** Distribuidor Dispublex S. A., Dir. responsable Marcial Frigolet, Hamburgo 108, México D. F. **NICARAGUA:** Elías Argeñal (h.). **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S. A., Jirón de la Unión 284, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Compañía Uruguaya de Ediciones S. A., 25 de Mayo 620, Montevideo. **VENEZUELA:** Venezolana de Publicaciones C. A., Princ. a Sta. Capilla 4, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA:

EXPLORACIÓN DEL CIELO. Lectura de un mapa celeste, observatorio del Monte Palomar, nebulosa del Cangrejo.

Correo Central B Apartado | TARIFA REDUCIDA | Nº 7271



NOTICIAS DE HOY

Control radiactivo de adelgazamiento. — El potasio se concentra más en los tejidos "magros" que en los adiposos. Mediante cantidades inocuas de potasio radiactivo y un contador Geiger, para medir las radiaciones, se puede saber si una cura de adelgazamiento elimina sólo la grasa superflua o consume también los músculos y otros tejidos nobles.

Sólo una débil cáscara. — Las ondas de choque de las explosiones nucleares subterráneas nos brindan las primeras medidas del espesor de la corteza terrestre sólida: 45 Km. en el Colorado, 30 Km. en Nevada y sólo 15 Km. en California. El radio de la Tierra es de 6.000 kilómetros.

Cáncer y alimentación. — Los pescadores del Báltico, fuertes consumidores de pescado y carne ahumados (que contiene 3-4 benzopireno, la más célebre de las sustancias cancerígenas) padecen cuatro veces más cáncer que los agricultores de la misma región, cuya dieta es diferente. Obsérvese que, a menudo, no se trata del alimento en sí, sino de sustancias tóxicas (pesticidas, abonos químicos) incorporadas accidentalmente. La relación entre cáncer y alimentación es dudosa y complejísima.

Cerebro para cosechas. — El consumo de lechuga es grande y su selección difícil. Un mecanismo electrónico "percibe" la madurez de cada planta y la corta oportunamente con una guillotina en miniatura. Rinde mucho más que media docena de hombres.

Cascanueces a explosión. — Se presentó un aparato que perfora la nuez y le inyecta una mezcla de oxígeno y acetileno, cuyo estallido separa limpiamente el fruto de su cáscara. Cada taladro de la máquina abre quince nueces por minuto.

NO TODOS SABEN QUE...

En ciertos incendios de bosques el soplido de las palas del helicóptero despeja el humo y desvía las llamas; entonces los bomberos pueden acercarse y atacarlas por la base. • Los filtros de muchos cigarrillos se fabrican enrollando un papel "ventilado", cuyos diminutos agujeros se obtienen al hacerlo desfilar entre centenares de electrodos, de los que brotan 1.000 chispas por segundo. • Los rayos ultravioletas destruyen los microbios; ahora se instalan en los hospitales unos aparatos que absorben e irradian grandes volúmenes de aire, para eliminar los gérmenes resistentes a los antibióticos. • Las combustiones internas de las aves, o metabolismo, son las más elevadas del mundo viviente. Encabeza la lista el colibrí, cuyo metabolismo es 50 veces superior al del hombre y que, al volar, consume 80 cm^3. de oxígeno por gramo y por hora. La temperatura de las aves suele pasar de 40 grados, y la mantienen "quemando" enormes cantidades de alimentos (un petirrojo devora unos 4 metros de gusanos cada día).



NOTICIAS DE MAÑANA

Fragmentos errantes. — En 1964 se lanzará un satélite con dos alas de aluminio de 30 metros de envergadura, a fin de estudiar el riesgo que representan los "guijarros" especiales en los viajes interplanetarios.

Supermáscaras eléctricas. — Las máscaras quirúrgicas clásicas sólo retienen el 10 por ciento de los microorganismos que se exhalan. Se ensaya ahora un material de fibra de vidrio, con carga electrostática, que captura el 99 por ciento.

Petróleo para el porvenir. — El **futuro del petróleo** no es sombrío. Las centrales eléctricas atómicas lo reemplazan lentamente, pero aumentan los automotores, el campo se mecaniza y crece la petroquímica. Hay dos "polos de petróleo": en torno al Caribe y en torno al Golfo Pérsico. Las mayores reservas explotables son, sin ninguna duda, las del Medio Oriente. La máxima producción, a pesar de su agotamiento, es la de EE. UU. (hay dos o tres pozos en Texas y California que rinden más que todos los países árabes en conjunto). El principal exportador es Venezuela, que consume mucho menos de lo que extrae. La gasolina sintética es aún excepcional. Mediante explosiones atómicas subterráneas pueden utilizarse enormes reservas, aún fuera de nuestro alcance.

LAS BASES (Introducción)

La tintura de tornasol es la solución, en agua, de una sustancia vegetal de color púrpura que se emplea como "indicador de acidez y de alcalinidad". Si se vierte un ácido en tintura de tornasol ésta se vuelve roja. Si, en cambio, se echa en ella una sustancia llamada álcali, o "base soluble", la tintura de tornasol se vuelve azul. Si se toma tintura de tornasol enrojecida por el ácido y se le añade gradualmente una base soluble, su color se vuelve nuevamente púrpura; y al agregarle un exceso de dicha base, adquiere color azul. Inversamente, la tintura de tornasol que se ha vuelto azul por adición de una base, recobra su color púrpura y, finalmente, se vuelve roja a medida que se le añade ácido. Se dice entonces que los ácidos y las bases *se neutralizan*.

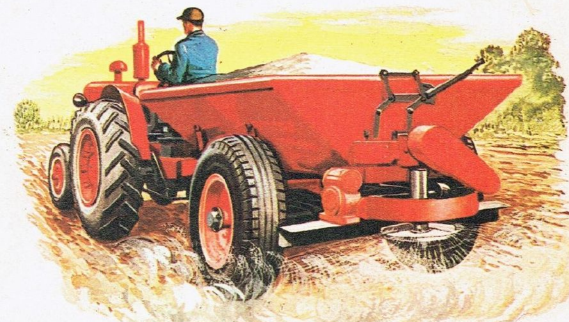
Eliminemos ahora la tintura de tornasol. ¿Qué ocurre si mezclamos un ácido con una base? Si las proporciones son las adecuadas, obtenemos una *sal* y *agua*. Se dice que los ácidos y las bases son químicamente opuestos: las bases neutralizan a los ácidos y los ácidos neutralizan a las bases. Suelen llamarse "álcalis" las bases solubles. Los principales álcalis son la sosa cáustica, la potasa cáustica, el amoníaco y la cal apagada. Las bases se llaman "hidróxidos" porque contienen el grupo OH, denominado oxidrilo, que se compone de un átomo de oxígeno y un átomo de hidrógeno.

USOS Y PROPIEDADES DE LAS BASES

Los álcalis son elementos básicos de la gran industria química orgánica; más de la mitad de su producción se consume en fabricar vidrio, jabón, papel y rayón. Los más enérgicos se denominan cáusticos porque causan quemaduras en los tejidos; en cambio, los ácidos se denominan corrosivos, porque los más fuertes "roen" los metales. La sosa cáustica y la potasa cáustica, o sea el hidróxido de sodio y el hidróxido de potasio, son los álcalis más vigorosos. El hidróxido de sodio es el fundente habitual del vidrio y el disolvente de las sustancias extrañas a la celulosa, en la fabricación de papel sin restos de madera. El jabón es una sal de un ácido graso combinado con hidróxido de sodio, exactamente similar a la reacción química que hemos descrito. El hidróxido de calcio es algo más débil, y el amoníaco más aún, pero todos deben manejarse con precauciones extremas.

ASPECTO ATÓMICO

El agua se compone de un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno. Si examinamos las figuras, vemos, en las bases, que se ha reemplazado uno de los átomos de hidrógeno del agua por un metal (o por un radical similar, como en el caso del amoníaco). En otras palabras, la molécula de la base contiene una parte de la molécula del agua, pues nunca le falta un átomo de oxígeno y un átomo de hidrógeno, o radical oxhidrilo. Los ácidos, por su parte, siempre tienen el átomo de hidrógeno que le falta a la base para formar el agua. Cuando se disuelven en agua, los álcalis desprenden iones OH^- de carga negativa, y los ácidos desprenden iones H^+ de carga positiva. Estos dos iones tienden a unirse formando agua. Entretanto, el metal de la base, que tiene carga positiva (como por ejemplo el sodio), se une frecuentemente al radical del ácido, que quedó con una carga negativa (por ejemplo el cloro del ácido clorhídrico) y forma así la llamada sal, que en este caso sería cloruro de sodio.



Los suelos ácidos son poco propicios para la agricultura. La cal apagada, o hidróxido de sodio, los neutralizan y fertilizan; las lluvias son el agente de penetración.



Los principales álcalis o bases solubles. Las bolillas blancas representan átomos de hidrógeno, y las esferas rojas medianas, átomos de oxígeno. El grupo oxígeno-hidrógeno (OH u "oxhidrilo") caracteriza a las bases o "hidróxidos", pero no es privativo de ellas. Los nombres corrientes de los cuatro álcalis de la ilustración son, de izquierda a derecha: sosa cáustica, cal apagada, solución de amoníaco y potasa cáustica.



Una base neutraliza a un ácido para formar una sal y agua. Las dos moléculas a la izquierda de la flecha se disocian por las líneas de puntos; entre estas dos líneas vemos al átomo de oxígeno (rojo) y a los dos de hidrógeno (blancos), que se unirán para dar agua. La sal puede ser soluble, como en este caso, o insoluble, como el sulfato de calcio (ácido sulfúrico más hidróxido de calcio).

La sosa cáustica (hidróxido de sodio) se emplea en la fabricación de papel de calidad. Se hierven los trapos y el esparto con la sosa cáustica, que disuelve la sustancia que une a las fibras de celulosa. La pulpa de celulosa continúa luego hacia un tamiz de malla de alambre, donde se elimina el exceso de agua. La ilustración de arriba muestra el "extremo húmedo" de una máquina de grandes dimensiones para fabricar papel.

FABRICACIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO (SOSA CÁUSTICA)

FABRICACIÓN DE HIDRÓXIDO DE AMONIO

Las grasas animales y aceites vegetales son compuestos de ciertos "ácidos grasos" con glicerina. Al hervirlos con sosa cáustica, ésta los disocia y se obtiene una mezcla líquida de glicerina y de sal sódica del ácido graso, o jabón. Casi todos los jabones son a base de sodio, y se preparan en enormes recipientes como el que podemos apreciar en la ilustración de abajo, donde se puede trabajar con grandes cantidades para producirlas en escala industrial.



Puede seguirse la trayectoria de los aviones a reacción que vuelan cerca de la estratosfera mediante las estelas que se forman al condensarse el vapor de los gases de escape.

LA CÁMARA DE NIEBLA, clave de la investigación atómica

Para percibir las partículas alfa basta, por ejemplo, con un dispositivo sensible a la aparición de los iones, formados en un gas por las radiaciones que las atraviesan. El contador Geiger se basa en este principio: los iones son violentamente atraídos y captados por dos electrodos, uno positivo y otro negativo, donde provocan una pequeña descarga eléctrica. Este ínfimo impulso se amplifica y puede conectarse a un altoparlante donde cada impacto se manifiesta con un "top", o con un contador numérico que suma una unidad por cada "golpe". Se puede percibir así el paso de una partícula única. Se utiliza mucho, también, el efecto de las partículas ionizantes sobre las placas fotográficas. Por otra parte, el choque de partículas alfa contra el sulfuro de cinc, yoduro de sodio u otras sustancias, produce un centelleo; es este centelleo el que nos permite ver en la oscuridad los cuadrantes luminosos de nuestros relojes (compuestos de una pintura fosforescente y algún ingrediente radiactivo) y se lo aprovecha también en ciertos aparatos contadores. Recordemos que un ión es un átomo o molécula que lleva una carga eléctrica por haber perdido una partícula atómica, generalmente un electrón.

FOTOGRAFÍA DE LAS TRAYECTORIAS

Pero los científicos no se limitan a *contar* partículas. Mediante la cámara de niebla de Wilson llegan hasta *fotografiar sus trayectorias*. Es asombroso que se pueda señalar así el paso de una sola partícula alfa, por ejemplo, cuya masa no pasa de los 6/10.000 de un cuatrillonésimo de gramo, y cuya "vida" no dura más que unos pocos mil millonésimos de segundo, existencia efímera que con todo le basta para recorrer miles de millones de veces su diámetro.

VAPOR Y NIEBLA

Lo que a menudo llamamos vapor es una *niebla*. El vapor es como un gas: no se ve. Científicamente se distingue de él en que puede ser licuado por mera compresión. Las estelas de los aviones a chorro que vuelan a grandes alturas, donde la temperatura es de cerca de 50° bajo cero, se deben a que al quemar su combustible emiten una mezcla de dióxido de carbono y vapor de agua y que este último se condensa en finas gotitas de niebla o en nubes de hielo.

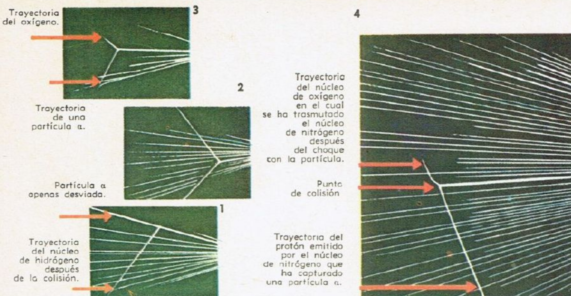
El aire ambiente no es absolutamente seco: contiene cierta cantidad de vapor de agua. Para cada temperatura hay un límite máximo, llamado punto de saturación: cuanto más caliente está el aire, más vapor puede contener. Por otra parte, la temperatura de un gas no es más que la energía que contiene por unidad de volumen; si lo dilatamos súbitamente, el gas se enfría porque la energía de sus moléculas se distribuye en un espacio mayor. Entonces su punto de saturación disminuye y, si contenía mucho vapor, puede quedar *sobresaturado*.

Sin embargo, para que en estas condiciones se forme inmediatamente una niebla, el aire tiene que contener partículas de polvo sobre las que puedan comenzar a formarse las diminutas gotas de agua. Estos centros de condensación actúan como núcleos de las gotitas.

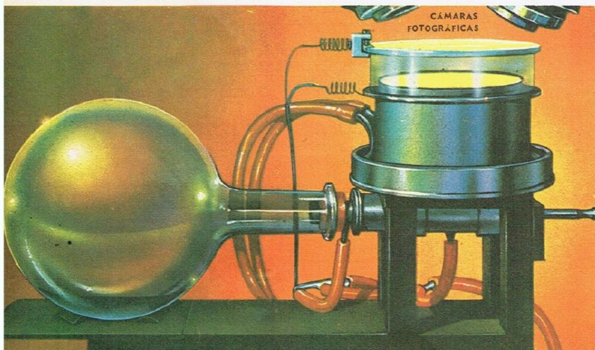
Si están ausentes no se forma la niebla y el aire queda momentáneamente sobresaturado. Si se contamina el aire con gérmenes o centros de condensación, inmediatamente aparece la niebla. En resumen, se necesita por una parte aire saturado o sobresaturado de humedad, y por la otra, partículas adecuadas sobre las que pueden condensarse las diminutas gotas de agua. *Los iones sirven como centros de condensación porque atraen las moléculas de vapor de agua.*

CÁMARA DE WILSON

La cámara de niebla, inventada por el profesor Wilson, es un dispositivo que hace visible la trayectoria de partículas cargadas debido a la formación de gotitas en torno a los iones producidos por las partículas atómicas que la atraviesan.



En un espacio saturado de vapor de agua, el paso de partículas veloces produce iones (átomos incompletos, cargados eléctricamente) que gozan de la propiedad de convertirse en centros de condensación. Se forma, entonces, una estela de gotitas microscópicas de niebla, a lo largo de la trayectoria de la partícula, semejante a la huella de un avión a reacción, en la alta atmósfera. El experimentador se limita a fotografiarla bien iluminada; aquí vemos colisiones de partículas α con: 1, hidrógeno; 2, helio; 3, oxígeno; 4, nitrógeno.



La cámara de Wilson es un dispositivo para hacer que las partículas atómicas cargadas de electricidad, demasiado pequeñas para ser vistas, revelen "sus trayectorias" por medio de estelas de vapor. La cámara, que contiene aire y vapor de agua está a la derecha. Las trayectorias son fotografiadas por su parte superior.

Ya hemos visto, en "Los aceleradores lineales de partículas", pág. 130, cómo se aceleran las partículas que servirán para el "bombardeo". Para lograr la supersaturación de vapor en el espacio que atravesarán, la cámara de niebla recurre a la súbita expansión de un gas que ya contenía mucho vapor. Como sabemos, dicha dilatación brusca producirá un enfriamiento y el gas quedará sobresaturado.

Las moléculas comunes de los gases no sirven como centros de condensación. Pero las partículas o moléculas cargadas de electricidad, llamadas iones, son muy efectivas. Al moverse a través del gas saturado una partícula de gran energía origina muchos iones gaseosos que se convierten en centros de gotitas microscópicas; se obtiene así una línea que se extiende, como la estela de vapor de los aviones a chorro, a lo largo de la trayectoria de la partícula. Se ilumina esta línea contra un fondo negro y se fotografía con varios aparatos para obtener un registro tridimensional.

A veces la presión es muy baja, para que las partículas aceleradas no choquen con demasiadas moléculas en su trayectoria. Otras, en cambio, las presiones son sumamente elevadas porque se trabaja con partículas de enorme energía. Además puede ser necesario frenar los "proyectiles", mediante la interposición de una lámina de metal. Por último, reinan en la cámara campos magnéticos o eléctricos que desvían las partículas en sentidos diferentes, según la carga de éstas

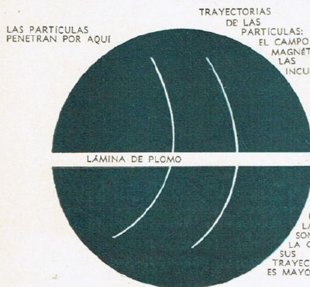
RESULTADOS

Un cuerpo radiactivo produce una serie de trayectorias rectas. Puede saberse el signo de la carga porque las direcciones en que se desvían las partículas son diferentes según sean positivas o negativas. También se sabe la velocidad de las partículas porque ésta es proporcional al número de iones producidos. Por último, conociendo la velocidad y la desviación de la partícula se puede determinar su masa de acuerdo con el principio de inercia.

CÁMARA DE BURBUJAS

La cámara de niebla tiene inconvenientes: es sensible sólo durante una fracción de segundo, y el tiempo muerto, es decir, el intervalo entre dos mediciones, es muy largo. Requiere, además, una gran precisión porque si no hay suficiente vapor no se observa ninguna trayectoria, mientras que con un exceso de éste todo se vela con una niebla uniforme.

La cámara de burbujas, en vez de utilizar un gas sobresaturado, utiliza un líquido supercalentado. Se mantiene determinado líquido a una presión elevada para que no pueda hervir y se disminuye bruscamente esa presión en el momento deseado. Que el lector no imagine que se trata de líquidos muy calientes: suelen ser hidrógeno líquido, el más útil para la física nuclear de alta energía o también xenón o propano líquidos. Las partículas que lo atraviesan forman también iones que se convierten en centros de burbujas de ebullición. Las trayectorias en esta cámara son mucho más curvas que en la cámara de niebla.



Un campo magnético desvía las partículas cargadas según una trayectoria circular. La lámina de plomo frena las partículas, que después de atravesarla son más lentas y siguen una línea más curva. Al disminuir la velocidad, la inercia, a su vez, disminuye proporcionalmente, y el efecto del campo magnético es más visible.

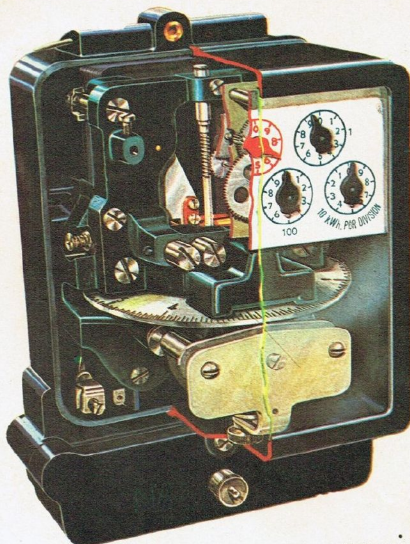
LOS PRINCIPALES PROYECTILES ATÓMICOS

Nombre	Composición	Características
α (alfa)	2 protones más 2 neutrones	2 cargas +; pesada
β (beta)	electrón negativo	1 carga —; liviana
γ (gamma)	rayo. fotón	sin carga, sin masa



A la izquierda, representación de una partícula cargada de electricidad con muchas moléculas de agua reunidas a su alrededor. Derecha, esquema de las gotitas que constituyen la trayectoria visible en la cámara de Wilson. La bifurcación indica el punto en que se produjo un choque con un núcleo atómico.

EL PRECIO DE LA ENERGÍA



Un contador eléctrico para corriente alterna. Está cortado para permitirnos ver el disco giratorio cuya velocidad es proporcional a la potencia utilizada, y los engranajes que mueven a las agujas de los cuadrantes. Éstos indican la cantidad de energía eléctrica consumida: por ejemplo, 1, 10 y 100 Kw/h. por división.



Dentro del contador de potencia o "medidor de electricidad" hay un electroimán entre cuyos polos gira el disco (ver diagrama superior). Cuando por el electroimán circula una corriente alterna se crea un campo magnético también alterno. Éste provoca en el disco otras corrientes eléctricas "inducidas", que a su vez crean otro campo magnético que se rechazan con el del electroimán. Es esta fuerza de repulsión la que hace girar al disco proporcionalmente a la potencia de la corriente.

Desde el punto de vista material una corriente eléctrica es un traslado de electrones a lo largo de un conductor. Se puede asimilar los electrones que recorren el cable al agua que fluye por un caño. Así como es necesario que haya una diferencia de presión para que el agua se ponga en movimiento, igualmente debe existir una diferencia de potencial, que se mide en voltios, para que haya corriente eléctrica. Las pilas o los generadores que suministran el voltaje necesario pueden ser comparadas a las bombas hidráulicas que empujan o elevan el agua. El flujo de electricidad se mide en unidades llamadas *amperios*, de la misma manera que el suministro o caudal de agua se calcula por ejemplo en litros por segundo.

CANTIDAD, ENERGÍA Y POTENCIA

Para pagar el agua y la electricidad se evalúa el consumo en forma muy diferente: se paga el agua en función de la cantidad utilizada y se paga la energía en función de la energía consumida, no en base al número de electrones.
Cuando se trata de electricidad, lo que nosotros compramos es energía y no electrones. El filamento de una lámpara no contiene más electrones cuando está encendido que cuando está apagado; el generador de corriente continua hace circular siempre los mismos electrones por el circuito con mayor o menor fuerza, y el generador de corriente alterna los "sacude" con mayor o menor violencia. Si quisiéramos continuar la comparación con el agua deberíamos hablar más bien de la potencia de un chorro líquido, o sea de la cantidad de agua por segundo y del impulso con que se la proyecta.

ENERGÍA ELÉCTRICA

Sabemos que la energía es la capacidad de producir un trabajo y que ambos se miden con las mismas unidades. La potencia es el *ritmo* con que se realiza el trabajo, o sea, la cantidad de energía que se consume por unidad de tiempo. Así como la potencia mecánica se puede medir en caballos de fuerza (75 kilográmetros por segundo), la potencia eléctrica se mide en *vatios*. Un vatio es igual a un voltio (unidad de diferencia de presión eléctrica) multiplicada por un amperio (unidad de intensidad de la corriente). Dicho de otro modo el amperio es la cantidad de electrones que se recibe por segundo, y el voltio es el impulso con que se los recibe. Expresado matemáticamente tendremos: *potencia en vatios = corriente en amperios × voltaje.*
En una red de 220 voltios una lámpara que consume una corriente de medio amperio tiene una potencia de 110 vatios puesto que 110 vatios = 220 voltios multiplicado por ½ amperio. Como el vatio es una unidad pequeña, para apreciar el consumo se utiliza el "kilovatio" que equivale a 1.000 vatios.
Ahora todo se simplifica. La potencia eléctrica nos dice la energía consumida a cada instante; para determinar la cantidad total de energía utilizada se multiplica la potencia o kilovatio por el tiempo durante el cual se la empleó. Así la unidad práctica de energía es el kilovatio/hora, o sea, la energía de un kilovatio utilizado durante una hora.
Un calentador de 1.000 vatios consume un kilovatio por cada hora de funcionamiento; una estufa eléctrica de 2.000 vatios consume 2 kilovatios/hora por cada hora de funcionamiento; una lámpara de 60 vatios necesita casi 17 horas para consumir un kilovatio/hora.
Para calcular el costo del funcionamiento de un artefacto basta multiplicar el número de kilovatios que consume por el tiempo que funciona y por el precio del kilovatio/hora. Si el consumo viene expresado en vatios se divide por mil y se lo multiplica por las horas de funcionamiento y el precio del kilovatio/hora. Si la intensidad de la corriente viene expresada en amperios, se multiplica ésta por los voltios, se la divide por mil y se multiplica el resultado por las horas de consumo y el precio de Kw/h.

MEDIDOR DE ELECTRICIDAD

El contador de kilovatios/hora o medidor de electricidad es una especie de motor eléctrico cuya velocidad es proporcional a la *potencia* que se extrae de la red. Posee generalmente un disco horizontal que se ve girar lentamente cuando el consumo es pequeño y velozmente cuando es grande. El disco giratorio está conectado con una serie de engranajes que mueven las agujas de los cuadrantes en los que se lee el consumo total de energía.

ARMÓNICOS

El clarinete emite la nota "sol" del medio de la escala de sol. El oscilógrafo catódico muestra que la forma de la onda es más compleja que la del diapasón a causa de las vibraciones armónicas adicionales.

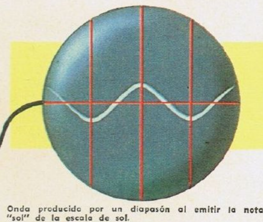
Sabemos ya que el sonido es una vibración; la amplitud de la onda determina su intensidad; la frecuencia, o número de oscilaciones por segundo, es la responsable de la altura o tono de la nota.

TIMBRE

Para una misma nota cada instrumento tiene su timbre propio. Cuando un violín y un clarinete dan el mismo "la", por ejemplo, la altura es idéntica pero la cualidad del sonido o "timbre" es diferente. Lo que ocurre es que la cuerda del violín, como el sonómetro de la fig. de fondo azul, pág. 168, vibra no sólo como un todo sino también por segmentos (medio, tercio, cuarto). Dichos segmentos emiten notas de frecuencia más elevada puesto que son más cortos, y todas estas vibraciones se mezclan para dar su "sabor" o cualidad particular a la nota del violín. Si se mezclan frecuencias cualesquiera, percibimos un ruido; si están en relación numérica simple o, como se dice, "en consonancia", el sonido es musical.



Mediante un micrófono y un oscilógrafo catódico pueden verse las ondas.

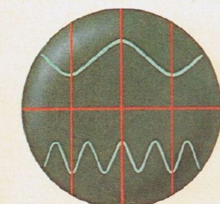

Onda producida por un diapasón al emitir la nota "sol" de la escala de sol.

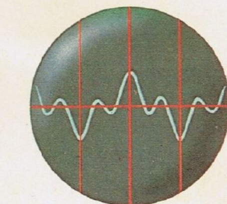
ARMÓNICOS

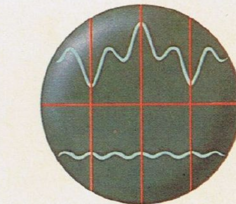
La música sería terriblemente monótona y no tendría sentido recurrir a diferentes instrumentos musicales si todos ellos tocasen de manera indistinguible la misma nota.
El hecho de que al dar la misma nota dos instrumentos tengan "algo" diferente implica que su vibración no es tan simple. Físicamente producen la misma vibración fundamental, pero diferentes armónicos. Se llama *fundamental* la vibración más lenta; ésta es la que el oído percibe como la *nota* del instrumento. Se llaman *armónicos* las notas cuyas frecuencias son múltiplos de la fundamental.

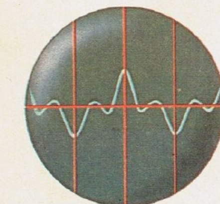
FORMA DE LA VIBRACIÓN

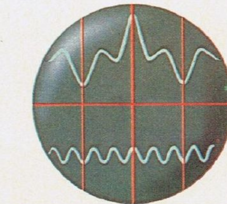
El diapasón produce una onda fundamental muy pura, es decir, sin vibraciones adicionales; por ello su sonido carece de "color" pero resulta muy útil para afinar instrumentos y guiar a los cantantes. En la figura de fondo amarillo se ve la forma de una ondulación simple (esta forma se llama "sinusoide" por razones matemáticas que se verán más adelante). Las ondas sonoras adicionales son las que dan el timbre o "cuerpo" al sonido, siempre que sean múltiplos

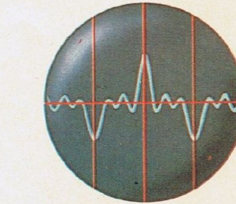

Forma de la onda fundamental (arriba) y de su tercer armónico (abajo).


Primera resultante, obtenida al sumar el tercer armónico a la vibración fundamental.

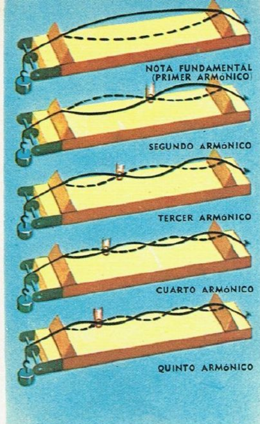

Primera resultante (arriba) y forma de la cuarta onda armónica (abajo).


Segunda resultante, obtenida por adición de la cuarta onda armónica a la primera resultante.


Forma de la segunda resultante (arriba) y del quinto armónico (abajo).


Tercera resultante, obtenida por adición de la quinta onda armónica a la segunda resultante.

Las ondas muestran cómo la complicada onda de la nota "sol" del clarinete se obtiene por combinación de la fundamental con sus varios armónicos. La forma definitiva de la onda depende principalmente de la adición de la vibración fundamental y su tercer armónico (no existe el segundo por ser un tubo cerrado en un extremo). El cuarto y el quinto alteran sólo levemente la modulación de la onda.



El sonómetro. El alambre superior da la nota más grave o nota "fundamental". Los otros vibran sobre longitudes menores y emiten el segundo, tercero, cuarto y quinto armónicos.

de la onda fundamental. Al oído humano le desagradan las oscilaciones que no están en relación numérica sencilla con la vibración básica.

Una vibración cuya frecuencia es el doble de la fundamental es su segundo armónico; si su frecuencia es el triple, será su tercer armónico, y así sucesivamente.

ANÁLISIS DE LOS SONIDOS

Puede obtenerse el trazado de los sonidos mediante un aparato electrónico llamado "oscilógrafo catódico". Éste posee un tubo de rayos catódicos similar al de los receptores de televisión, cuyas partes esenciales son un *emisor* electrónico que proyecta un haz de electrones, una *pantalla* fosforescente que recibe el haz, y, entre ambos, un dispositivo que produce campos magnéticos o eléctricos que hacen oscilar al haz de electrones. Cuando se calibra el oscilógrafo catódico de acuerdo con la longitud fundamental de la onda que se estudia, se obtiene una imagen *fija* de la forma de ésta (aunque se repita millares de veces por segundo).

El oscilógrafo catódico nos muestra que en los instrumentos el timbre no sólo depende de los armónicos sino también de la fuerza relativa de cada uno de ellos. Se comprende que si tenemos una oscilación de período largo y se le suma una de período tres veces menor, la forma de la primera se altera porque a veces las oscilaciones coinciden y aumenta la amplitud y otras veces las oscilaciones se restan y la amplitud disminuye. De manera que lo que era una ondulación simple se transforma en una serie de picos y depresiones que en una nota se repiten regularmente.

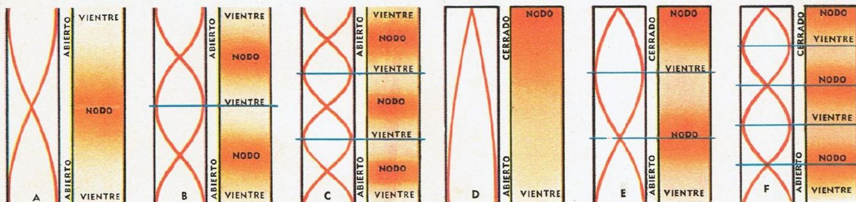
VIBRACIONES DE LOS TUBOS

Existen, por ejemplo en un órgano, dos tipos de tubo: abierto y cerrado; aunque emitan la misma nota, sus timbres son distintos por la presencia de armónicos diferentes.

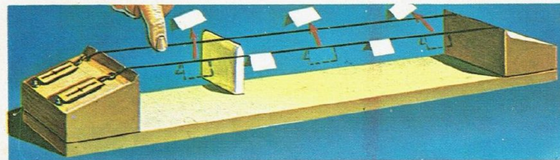
Los tubos abiertos en ambos extremos presentan en cada uno un *vientre*, es decir, un lugar de máxima vibración; los tubos cerrados en un extremo tienen sólo un vientre, el del extremo abierto. En el extremo ocluido hay un *nodo*, o sea un lugar donde el aire no vibra.

En las figuras A, B y C se ve cómo puede vibrar el aire en un tubo abierto. Hay una vibración fundamental que da la nota básica del tubo y que corresponde a toda su longitud. Pero al mismo tiempo el aire del tubo vibra de tal manera que existen dos nodos, o tres nodos, o más. Así, junto con la nota fundamental el tubo emite un segundo armónico cuya longitud de onda es la mitad de la principal y además terceros armónicos, cuartos armónicos, etc.

En las figuras D, E y F se ve cómo vibra el aire dentro de un tubo cerrado por un extremo. Dicho tubo tiene también una nota fundamental o primer armónico. Pero con un solo nodo más, situado a un tercio su longitud, el sonido posee una frecuencia tres veces mayor: es un tercer armónico. *Un tubo cerrado no emite vibraciones armónicas de segundo, cuarto o sexto orden, es decir de orden par*; sólo puede producir armónicos impares, es decir múltiplos impares de la frecuencia fundamental. Es obvio que al carecer de los armónicos pares, su timbre será diferente del timbre del tubo abierto. Igualmente son las vibraciones armónicas lo que distingue los sonidos de la viola, del violín, etc.



Los tubos musicales abiertos tienen siempre vientres (lugares donde el aire vibra con más vigor) en sus extremos y pueden emitir todos los armónicos posibles (segundo, tercero, cuarto, etc.). Se los representa en los esquemas A, B y C. En los tubos cerrados (D, E y F) hay siempre un nodo (lugar sin vibración) en el extremo ocluido; como sólo poseen un vientre únicamente pueden emitir los armónicos impares (tercero, quinto, etc.)



Este sonómetro posee dos alambres idénticos. Se coloca un obstáculo a 1/3 de la longitud de la cuerda posterior; entonces se forma un "nodo" en ese lugar, inmovilizado. Se hace vibrar el centro de la sección menor. La cuerda anterior vibra al unísono; los pedacitos de papel saltan en los vientres (vibración máxima) y permanecen inmóviles en los nodos (sin vibración).

CÚPULA DE RECOLECCIÓN DEL VAPOR

VÁLVULAS Y MECANISMO REGULADOR

SALIDA DEL VAPOR DEL PISTÓN

TUBO QUE VA AL PISTÓN

TUBO DE SALIDA DEL VAPOR

AGUA CALIENTE, RESERVA DE ENERGÍA

VÁLVULA DE ADMISIÓN DE VAPOR

REVESTIMIENTO PARA AISLACIÓN TÉRMICA

CILINDRO

LA LOCOMOTORA SIN FUEGO

En ciertas playas de carga existe gran peligro de incendio, y se procura evitar toda clase de chispas eléctricas o de desprendimientos ardientes capaces de iniciar la ignición. En estos casos se utiliza una locomotora que, en vez de poseer un horno que transforme el agua de su caldera en vapor, recibe directamente el vapor de una instalación fija. Aunque su empleo es muy limitado, nos servirá para comprender mejor los intercambios de energía.

El estudio del calor interesa mucho a los ingenieros pues los motores de combustión interna, las máquinas de vapor, las turbinas de gas, los motores de retropropulsión y muchos otros mecanismos transforman el calor en trabajo útil. Sabemos que la energía es la capacidad de realizar un trabajo, y que éste consiste en vencer una resistencia a lo largo de cierto camino. En general el trabajo útil es un movimiento *coordinado* de todas las moléculas de un cuerpo.

CALOR Y DESORDEN

El calor es una forma de energía. Cuanto mayor es la temperatura de un cuerpo, tanto más rápido se mueven sus moléculas. Pero esta violencia no se aprecia en forma de trabajo mecánico porque cada molécula se mueve independientemente, y tanto los choques entre ellas como la dirección de cada una se distribuyen según las leyes del azar. Pero se comprende fácilmente que si conseguimos *orientar* esas moléculas desorganizadas en una determinada dirección podremos transformar *parte* de su energía en trabajo mecánico. Hace ya más de un siglo que Sadi Carnot demostró que la transformación *total* del calor en energía mecánica era imposible: lo veremos en detalle al estudiar la termodinámica.

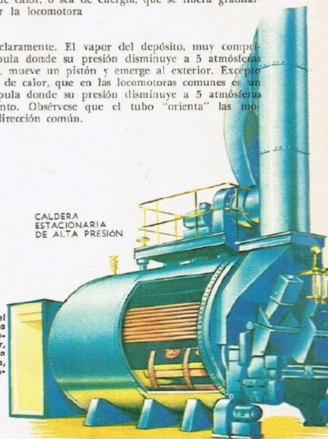
La locomotora que nos ocupa es alimentada periódicamente (cada hora por ejemplo) por una caldera estacionaria que además suministra energía a otras instalaciones de la playa de carga. El depósito de la locomotora recibe unos 3/4 de tonelada de vapor, que encierra gran energía porque su temperatura, de unos 270° (el agua hierve a 100°C), hace que su presión sea 17 veces mayor que la presión atmosférica. Cada inyección permite a la locomotora trabajar durante 1 hora arrastrando cargas de hasta 14 toneladas sobre terreno llano.

CALOR LATENTE

Dentro de la locomotora hay una cierta cantidad de agua. A la presión atmosférica, para hervir un litro de agua se necesitan unas 530 calorías, que son también una forma de energía. Este trabajo de vaporización se denomina *calor latente* porque no se manifiesta por un cambio de temperatura, sino sólo por un cambio de estado: tanto el agua como su vapor están a 100° de temperatura. Pero cuando el vapor se convierte nuevamente en agua restituye esas 530 calorías, que son capaces de convertirse parcialmente en trabajo mecánico útil. A la presión reinante dentro de la locomotora la temperatura de ebullición del agua sería mucho mayor, y entonces esta agua es un depósito de calor, o sea de energía, que se libera gradualmente para hacer marchar la locomotora

FUNCIONAMIENTO

Las figuras lo muestran claramente. El vapor del depósito, muy comprimido, sube hacia una cúpula donde su presión disminuye a 5 atmósferas y por allí pasa a un tubo, mueve un pistón y emerge al exterior. Excepto la ubicación de la fuente de calor, que en las locomotoras comunes es un mido, sube hacia una cúpula donde su presión disminuye a 5 atmósferas especiales de funcionamiento. Obsérvese que el tubo "orienta" las moléculas de vapor en una dirección común.



Sólo una pequeña parte del vapor producido en la caldera estacionaria pasa a la locomotora con acumulador de vapor, o sin hogar; el resto se emplea para mover máquinas fijas, como grúas y otros mecanismos auxiliares.

LOS EXOESQUELETOS, característica de los artrópodos



El codo humano. Los músculos se insertan en la superficie exterior de los huesos. Nuestro esqueleto, rodeado por las partes blandas, es interno (endoesqueleto).



En "A" corte de la pata de un artrópodo que muestra la inserción de los músculos en el "interior" del esqueleto. Obsérvese que éste se afina considerablemente en las articulaciones para facilitar el movimiento. Cuando el músculo de la derecha se contrae (fig. B) la parte inferior de la pata se mueve de izquierda a derecha, y viceversa.

El 80 % de las especies animales descriptas pertenecen a los artrópodos: insectos, arañas, crustáceos y muchos otros grupos. De allí su apreciable interés en biología.

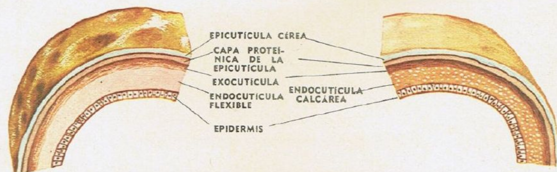
¿QUÉ ES UN ESQUELETO?

Como ya sabemos, en su forma más simple, como en ciertas esponjas y colonias de pólipos, la función principal y manifiesta del esqueleto es proporcionar sostén y dar forma al cuerpo. Para que un animal pueda levantar su peso del suelo y trasladarse, necesita una sustancia dura y resistente que contrarreste el efecto de la gravedad sobre los tejidos blandos. Si sus movimientos son veloces, el esqueleto será también conveniente para proporcionar a los músculos un firme punto de apoyo. Todo ello no significa que el esqueleto sea absolutamente indispensable, pues ciertos animales, como los gusanos, carecen de él.

El principio de Arquímedes nos enseña que un cuerpo sumergido en un fluido recibe un empuje ascendente igual al peso del fluido que desaloja. Un hombre adulto, por ejemplo, ocupa un volumen de 70 litros. En tierra desaloja 70 litros de aire, o sea, que recibe un empuje de aproximadamente 90 gramos: pero en el mar desaloja 70 litros de agua salada, cuya fuerza ascensional es de unos 73 kilos. Por eso flotamos en el mar, y flotamos mucho mejor en líquidos muy pesados (por ejemplo el Mar Muerto cuya concentración de sal es enorme). Por esto la presencia de un esqueleto a base de palancas es más importante sobre la tierra firme que en el mar.

EXOESQUELETO Y ENDOESQUELETO

En el pollo la carne está colocada alrededor de los huesos; en los cangrejos o langostinos, dentro del caparazón. En otras palabras los huesos del pollo forman un esqueleto interno o endoesqueleto, y el caparazón de los crustáceos constituye un esqueleto externo o exoesqueleto. En los huesos del endoesqueleto los músculos se insertan por la superficie exterior; en la cutícula del exoesqueleto los músculos se insertan por la cara interior. En síntesis, el esqueleto de un animal puede estar situado fuera del cuerpo (exoesqueleto) o en su



Esquema simplificado de un corte que muestra a la izquierda la estructura de la cutícula de un artrópodo en general, y a la derecha la capa calcárea característica de los crustáceos.

DISTINTAS CLASES DE ARTRÓPODOS





Un cangrejo abandona su viejo caparazón luego de henderlo por los bordes laterales y trasero.

interior (endoesqueleto). Los resistentes caparazones de los cangrejos y las conchas de las ostras y mejillones son ejemplos de exoesqueletos y de sus ventajas como mecanismo protector del animal. Pero simultáneamente presentan una seria desventaja: obstaculizan el crecimiento. La solución de los caracoles y mejillones es segregar capas adicionales a medida que crecen; pero su movilidad es muy escasa. Los artrópodos como la langosta de mar han logrado una solución complicada que exige generalmente una o varias mudas. En primer lugar ablandan su caparazón externo por eliminación de sales a fin de que pueda partirse en sentido anteroposterior o cefalocaudal (de la cabeza a la cola); luego el animal emerge del caparazón viejo, crece rápidamente durante un corto período y luego produce un nuevo caparazón más grande que progresivamente se endurece por depósito de sales calcáreas. Pero durante todo este intervalo el artrópodo, que es débil y que además carece de palancas rígidas para moverse, resulta una presa fácil para sus enemigos.

EL CASO DE LOS ARTRÓPODOS

La mayor parte de los artrópodos vive en tierra. Su cubierta les provee el sostén necesario (el peso de los animales marinos es equilibrado por el empuje ascensional del agua desalojada).

La cubierta de los artrópodos es articulada, se parece a una armadura. Al igual que en el esqueleto humano, sus músculos van de una pieza esquelética a otra, a fin de mover las articulaciones entre ambas. Precisamente la palabra artrópodo significa "patas articuladas", y efectivamente sus patas son como juegos de palancas, movidas por músculos colocados en su *interior;* esta movilidad explica en parte su éxito en la lucha por sobrevivir: ningún otro invertebrado terrestre, y solamente los moluscos cefalópodos (pulpos, calamares) entre los invertebrados marinos posee semejante libertad de movimientos.

La cubierta o cutícula exterior es prácticamente impermeable en ambos sentidos, detalle de enorme importancia para los artrópodos terrestres, sobre todo los insectos menores porque reduce al mínimo la evaporación de los tejidos por efecto del calor solar.

LA CUTÍCULA

La epidermis del animal que acaba de liberarse de su viejo caparazón comienza a segregar una sustancia llamada quitina que no es privativa de los artrópodos y que es bastante flexible y permeable. En este momento en que su envoltura es todavía blanda el animal puede crecer. La mayoría de los artrópodos muda muchas veces durante su vida y por consiguiente crece mediante una serie de saltos o "estirones". Luego la quitina se impregna lentamente de sales calcáreas y el animal indefenso, "desnudo", adquiere poco a poco una protección suficiente mientras sus músculos recuperan brazos de palancas para un movimiento cada vez más efectivo. Observemos que la mayoría de los artrópodos son pequeños, porque en sus períodos de "blandura" su propio peso los aplastaría por falta de armazón de sostén.

A pesar de su diferente apariencia, el caparazón de un cangrejo es similar en su estructura al de un insecto y al de los demás artrópodos. La cubierta dura exterior se llama *cutícula,* y la produce una capa de células vivientes colocadas más al interior, la *epidermis.*

La cutícula consta de dos elementos principales: una *endocutícula* en contacto con la epidermis y una *exocutícula* exterior. La endocutícula consta de numerosas y delgadas capas de quitina, sustancia resistente y flexible. Los estratos exteriores de la quitina son más oscuros a causa de su exposición a la intemperie, que la "curte", la vuelve dura y rígida; pero las capas próximas a la epidermis conservan su flexibilidad. En la epicutícula hay dos estratos principales: uno exterior céreo que le brinda su impermeabilidad y uno interior proteínico que le da su resistencia.

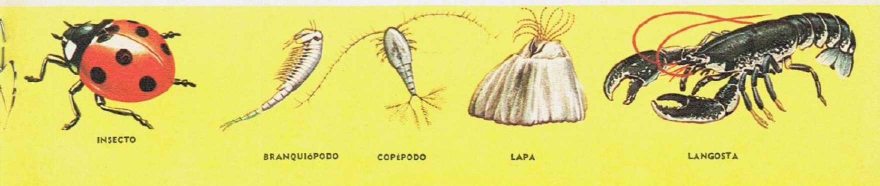
DIFERENCIACIONES

La combinación de una capa exterior impermeable con capas interiores resistentes y flexibles tiene propiedades mecánicas notables.

En los crustáceos la parte exterior de la endocutícula incorpora sales calcáreas que le dan su dureza característica.

En las regiones movibles de los endoesqueletos, por ejemplo en el brazo humano, entre hueso y hueso existe una articulación flexible que permite adoptar distintas posiciones. Paralelamente, en el endoesqueleto de los artrópodos no todas las paredes de la armadura poseen el mismo espesor. En las regiones donde los segmentos movibles se articulan, como en las patas, sólo hay capas finas y flexibles de endocutícula. La exocutícula queda confinada en las zonas inmóviles que requieren protección, o donde la rigidez es necesaria, como en las alas de ciertos insectos.

Las transformaciones de las células epidérmicas de acuerdo al medio en que se encuentran y a las funciones que deben desempeñar son innumerables. Acabamos el papel de la cutícula, que es diferente en los anélidos, artrópodos y gusanos. En las zonas de absorción como el intestino brotan de la capa de revestimiento millones y millones de microvellosidades absorbentes. En algunos conductos, como el epidídimo, se encuentran prolongaciones largas y delgadas cuya función se desconoce. En cambio los órganos huecos, como la tráquea o el oviducto tienen a menudo unas cilias o pelos duros y vibrátiles cuyos rápidos movimientos transportan el moco o crean diferentes corrientes de fluidos. Y, así, sucesivamente, sin hablar de las modificaciones que se producen en los contactos superficiales entre tejidos.



EL MAPA DEL CIELO

Desde cualquier punto llano de la Tierra sólo vemos la mitad de la esfera celeste. Pero el hemisferio que se percibe no es siempre el mismo: depende de la posición del observador. Las figuras muestran claramente que un observador situado en el Polo Norte verá siempre el mismo hemisferio girando en torno a él, en el mismo sentido que el Sol. La rotación de conjunto de la esfera celeste se produce siempre en el mismo sentido porque no es más que un movimiento aparente debido a la rotación de la Tierra sobre sí misma. Lo dicho vale también para el Polo Sur.

En cambio, como se ve también en la ilustración, un espectador colocado en el Ecuador verá desfilar por su hemisferio, siempre en el mismo sentido que el movimiento aparente del Sol, *todas* las estrellas del cielo. Por último, si la latitud del punto de observación es intermedia, también será intermedia la cantidad de estrellas accesibles a la vista.

Es sabido que las estrellas se encuentran distribuidas en el espacio a distancias muy diferentes; pero el cielo se presenta a la contemplación como el interior de una enorme esfera hueca en la que las estrellas fueran puntos luminosos salpicados.

LA ROTACIÓN DEL CIELO

Las estrellas parecen moverse en conjunto. Prácticamente acompañan a la Luna y al Sol en sus movimientos. Este desplazamiento aparente y coordinado se debe, como sabemos, a la rotación de la Tierra. Si se enfoca el cielo nocturno con una cámara fotográfica inmóvil durante un cierto tiempo, se obtiene para cada estrella una raya que exterioriza su traslación. Uno de los problemas técnicos más complicados de los telescopios es seguir exactamente el movimiento aparente de la estrella con el objeto de que sus fotografías sean nítidas con una exposición prolongada. Si desde el Polo Norte miramos verticalmente hacia arriba encontramos exactamente la estrella polar, esto no es una propiedad especial intrínseca de la estrella sino una mera coincidencia. En cambio el Polo Sur no tiene "su" estrella. Para ubicarlo nos valemos de la Cruz del Sur, que *apunta* hacia el Polo Sur: en efecto, prolongando su diámetro mayor dos veces y medio, el lugar obtenido señala con toda exactitud el Polo Sur de la esfera celeste.

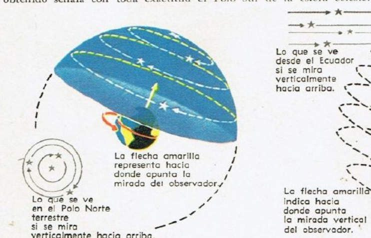
Hemos visto que en la mayoría de las latitudes de la Tierra hay estrellas que desaparecen bajo el horizonte y luego vuelven a aparecer; otras en cambio se observan siempre porque giran muy cerca del polo y se denominan *circumpolares*. En el cielo visto desde los polos todas las estrellas son circumpolares; en el Ecuador todas las estrellas parecen salir y ponerse en el horizonte.

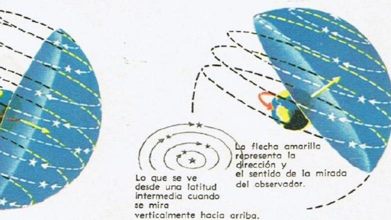
LA ESFERA CELESTE

Imaginemos que la Tierra es una esfera chica y maciza, colocada dentro de una esfera grande y hueca, la esfera celeste. A cada punto, o sea a cada combinación de determinada longitud y determinada latitud, corresponderá un punto en la esfera celeste. En otros términos, la esfera celeste tiene también su Ecuador, sus polos y sus meridianos.

La diferencia está en la terminología. Lo que en la Tierra corresponde a la latitud, o sea, a la distancia de un paralelo al Ecuador se llama en astronomía "declinación". Lo que en la Tierra corresponde a la longitud, o sea, la distancia al meridiano de Greenwich que se mide por la diferencia de horas entre los meridianos, se denomina en astronomía "ascensión recta".

Si la declinación de una estrella es de 55° Norte, corresponderá exactamente al paralelo de latitud 55° Norte. Pero si la Tierra gira, ¿cuál es el meridiano de Greenwich de la esfera celeste? Se ha tomado por convención uno que se denomina *Primer Punto de Aries* y que consiste en lo siguiente: debido a la inclinación del eje de la Tierra sobre el plano de su órbita en torno al Sol, los rayos de éste caen verticalmente sobre el Ecuador sólo dos días por año, el 21 de marzo y el 21 de septiembre; estos días se denominan *equinoccios*. El punto de la esfera celeste en el cual se percibe el Sol en el equinoccio del 21 de marzo es el *Primer Punto de Aries*, que determina el "meridiano de Greenwich" de la esfera celeste. La ascensión recta con respecto a dicho meridiano no se mide en grados de Este a Oeste; no se hace la conversión de horas en grados sino que simplemente se expresa en horas de 0 a 24, siempre siguiendo el movimiento aparente del Sol hacia el Oeste.

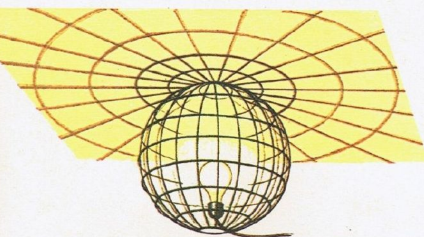




Para un observador colocado en el Polo Norte y que mire verticalmente hacia arriba, según la flecha amarilla, las estrellas giran alrededor de la estrella polar de Este a Oeste en la misma forma que el Sol. En la ilustración del centro la fecha amarilla señala la parte del cielo vista desde el Ecuador: las estrellas parecen cruzarlo de Oriente a Poniente, pero todas desfilan en un lapso de 24 horas. La figura de la derecha muestra que en las latitudes intermedias hay estrellas que se ven siempre, estrellas que no se ven nunca y estrellas que están ocultas durante una parte de su movimiento, mientras durante otra parte de su recorrido son visibles.

LOS MAPAS CELESTES

El problema clásico de los cartógrafos es trasladar a un plano lo que en realidad pertenece a una superficie curva. La manera más común de eludir la dificultad es realizar una *proyección plana*. La figura muestra el principio de la proyección plana: una lámpara colocada en el centro de una esfera formada por alambres que indiquen paralelos y meridianos proyecta, sobre una superficie plana, la sombra de dichos meridianos. Estas proyecciones planas se hacen indistintamente en los mapas terrestres y en los mapas celestes.



Una proyección cartográfica simple. La sombra de los meridianos y paralelos sobre una hoja de papel constituyen la base de las coordenadas de un mapa plano que representa una superficie curva.

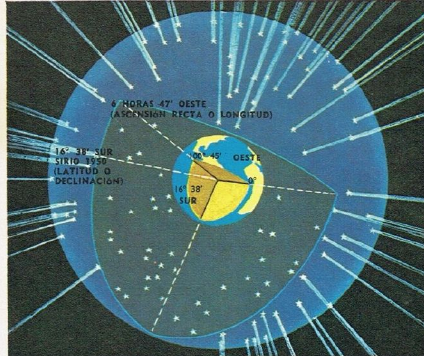
En 1950 las *coordenadas* de la estrella Sirio eran: declinación 16° 38' S, ascensión recta 6 horas 43 minutos. ¿Por qué se menciona el año? Porque el *Primer Punto de Aries* se traslada unos 3 segundos anuales debido a una lenta oscilación del eje de rotación terrestre. Por otra parte, las estrellas no están inmóviles en el espacio real; viajan con velocidades a menudo asombrosas que se traducen para nosotros en desplazamientos muy lentos. De modo que las constelaciones se deforman gradualmente (sin hablar de la traslación del sistema solar dentro del universo).

CONSTELACIONES

Las *constelaciones* son divisiones imaginarias de los astrónomos de antaño que servían de puntos de referencia en la esfera celeste (hay una o dos constelaciones modernas). No corresponden a ninguna distribución real puesto que pueden componerse de una estrella muy cercana, por ejemplo situada a unos 10 años-luz, y de otras estrellas sumamente lejanas situadas a millones de años-luz; de modo que la vecindad de las estrellas de las constelaciones es aparente y sus distancias reales pueden ser de billones de kilómetros. Claro está que el brillo de una estrella se atenúa con la distancia; pero la luminosidad o "magnitud" de las estrellas no nos sirve de guía para su distancia, porque ciertas estrellas emiten una cantidad extraordinaria de luz, mientras otras están casi apagadas.

En una constelación, la estrella más brillante se llama *alfa*; la que le sigue, *beta*, y así sucesivamente. Al hablar por ejemplo de la constelación del Centauro decimos "Alfa del Centauro", "Beta del Centauro", etc., para indicar dentro de la constelación la estrella que nos interesa.

No resulta difícil orientarse mediante el cielo nocturno si se sabe reconocer algunas constelaciones básicas. En el hemisferio sur las principales constelaciones son la Cruz del Sur, Orión y el Escorpión; en el hemisferio norte las constelaciones-clave son la Osa Mayor, Orión y el Escorpión. Nótese que estas dos últimas son visibles en ambos hemisferios según la época del año, es decir en relación con la inclinación del eje de rotación de la Tierra. Cuando faltan puntos terrestres de referencia, la determinación precisa de la posición se hace por medio de la esfera celeste y requiere por lo menos el uso de un sextante y de un reloj, como vimos en "Manejo del sextante", pág. 116.



Si se recuerda que la Tierra es como una pequeña bola sólida dentro del gran recipiente hueco de la esfera celeste se comprenderá que a cada punto de la superficie de la Tierra corresponde una posición determinada en el cielo.

LAS ESTRELLAS MÁS BRILLANTES

Las estrellas se clasifican por magnitud de acuerdo a su brillo tal como las vemos desde la Tierra. Las de primera magnitud son en promedio dos veces y medio más brillantes que las de segunda magnitud; las de segunda magnitud son dos veces y medio más brillantes que las de tercera magnitud, y así sucesivamente. Las estrellas de primera magnitud tienen un brillo aparente aproximado cien veces mayor que el de las de sexta magnitud. A simple vista no pueden verse estrellas cuya magnitud sea inferior a 6.

A continuación indicamos —por orden de magnitud— las estrellas más brillantes del cielo. Conociendo su distancia a la Tierra en años-luz, y teniendo en cuenta que el brillo disminuye en forma proporcional al cuadrado de la distancia (a una distancia doble corresponde una distancia cuatro veces menor) es fácil tener una idea de cual será su brillo intrínseco.

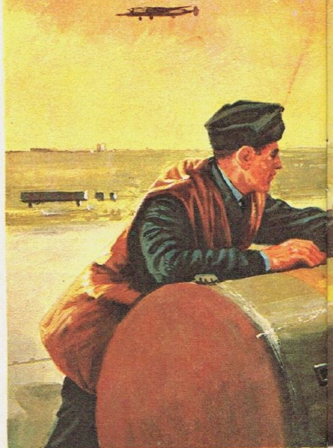
Nombre de la estrella	Distancia en años luz
Sirio	9
Canopus	98
Alfa del Centauro	4
Arcturus	36
Vega	26
Capella	45
Rigel	900
Procyon	11
Achernar	118
Beta del Centauro	490
Betelgeuse	600

Nombre de la estrella	Distancia en años luz
Altair	16
Aldebaran	68
Alfa de la Cruz del Sur	370
Antares	520
Spica	220
Fomaihaut	23
Pollux	35
Deneb	1.600
Beta de la Cruz del Sur	490
Regulo	84



El Primer Punto de Aries. Las flechas amarillas indican la dirección del Sol; las flechas de trazos rojos indican la dirección de la vertical sobre la cabeza del observador. Hay sólo dos posiciones en la órbita de la Tierra en las que el Sol visto desde el Ecuador coincide exactamente con la vertical del que lo observa. Esas fechas se llaman los equinoccios y tienen lugar el 21 de marzo y el 21 de septiembre. El primero de ellos ha sido elegido como Primer Punto de Aries, que señala el equivalente al "meridiano de Greenwich" de la esfera celeste.

DE LOS EXPLOSIVOS QUÍMICOS A LOS EXPLOSIVOS ATÓMICOS



Muchas personas creen que la dinamita tiene "mayor poder" que la gasolina y se equivocan: la fuerza de ruptura de la dinamita proviene de que su combustión o conversión en gases es súbita, mientras que la de la gasolina es lenta. Así si arrojamos contra un vidrio una pelota de algodón y un trozo de hierro de igual peso, es probable que el segundo lo quiebre, y no el primero, debido a la instantaneidad del impacto. En otras palabras, la primera diferencia entre un explosivo y un combustible es que en el primero el proceso es *violento* y en el segundo es pacífico y controlado. Si echamos un reguero de pólvora por el suelo y encendemos uno de sus extremos, ésta arderá sin explotar. Para que la pólvora desarrolle su poder explosivo tiene que estar *encerrada*. Por eso se habla de la "explosión" de la gasolina cuando se convierte en gases dentro de los cilindros del motor. Pero no todo lo que es capaz de arder es capaz de explotar. En muchos explosivos la detonación es súbita porque *ya contienen en su molécula el oxígeno necesario para la combustión* y no necesitan esperar que les llegue de afuera. "Explosión" no implica necesariamente "combustión"; lo único que se requiere es un aumento casi instantáneo del volumen, en general la conversión de un sólido o líquido en gases. Supongamos por ejemplo que tenemos un litro de explosivo, y que pesa un kilogramo. Transformado en gases ocuparía unos 1.000 litros a la misma temperatura; pero si arde o de cualquier manera se calienta, como el volumen de un gas se duplica a cada 273°, basta que llegue a unos 1.200° para que un kilo de explosivos genere más de 4.000 litros de gases. Este volumen, miles de veces mayor que el original, ejerce una presión tan violenta si el explosivo está encerrado que el conjunto estalla. Al aire libre, en cambio, puede observarse sólo una combustión rápida, es decir una deflagración.

QUÍMICA DE LOS EXPLOSIVOS

Se comprende que un explosivo tiene que ser un compuesto bastante inestable para poder descomponerse súbitamente. Por esta razón muchos de ellos contienen nitrógeno, cuyos átomos tienden a unirse entre sí en moléculas estables de gas y a liberar los otros elementos del compuesto. El TNT o *trinitrotolueno* es un ejemplo característico. El tolueno se obtiene del carbón, como ya vimos en "La destilación de la hulla", pág. 150, y se lo combina con ácido nítrico, cuya fórmula es HNO_3 y le suministra el oxígeno necesario. Para llevar a cabo la reacción se añade ácido sulfúrico concentrado que absorbe el agua que se desprende e interrumpiría el ataque del ácido nítrico. Los esquemas que acompañan esta nota son suficientemente claros para comprender la estructura del trinitrotolueno. Aunque muchos explosivos son compuestos cíclicos, es decir derivados de anillos bencénicos de seis carbonos, existen explosivos como la nitroglicerina cuya estructura es lineal. Lo que un explosivo requiere es la posibilidad de descomponerse instantáneamente, a menudo por combustión, y que los productos de la reacción sean gases con el fin de que la presión aumente muchísimo. Cuando la molécula contiene oxígeno "encerrado" como es el caso del TNT se quema por sí misma y no necesita el aporte del aire.

En los cohetes se ensayan actualmente sustancias muy similares a los explosivos sólidos, llamadas "propergoles"; en efecto, el cohete atraviesa una atmósfera enrarecida y necesita llevar su propia carga de oxígeno, sea en un tanque separado o bien formando parte de la molécula del propergol. La mayor dificultad es obtener una superficie uniforme de combustión. Los propergoles suelen tener forma de cilindros huecos para que dicha superficie de deflagración no varíe apreciablemente.

USOS DE LA EXPLOSIÓN ATÓMICA

Para la utilización pacífica se piensa exclusivamente en las bombas termonucleares, que casi carecen de residuos radiactivos: una bomba de hidrógeno de 100 kilotones (equivalente a 100.000 toneladas de TNT) que explote a 100 metros de profundidad abre un agujero de 350 metros de diámetro, despedaza 500.000 toneladas de roca, y su radiactividad transitoria ocupa sólo una capa de 10 centímetros de espesor. Los técnicos esperan reducir dicha radiactividad al 1 % de lo que es actualmente.

Los proyectos de utilización pacífica de la energía de fusión atómica forman una lista bastante larga, porque prometen realizar en forma rápida y económica una serie de proyectos actualmente lentos y costosos.

Se habló primero de abrir, mediante explosiones, un puerto artificial en Alaska, al norte del círculo polar para poder explotar valiosos yacimientos de hulla; el trabajo total sólo llevaría un año. Pero quedó momentáneamente postergado.

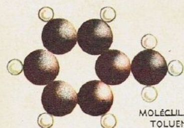
En cuanto al canal de Panamá, aunque es económicamente beneficioso resulta insuficiente para el intenso tránsito y se realizan grandes trabajos para ampliarlo en su parte más angosta. Existen dos proyectos para excavar —mediante explosiones termonucleares— otro canal más al sur, esta vez a nivel del mar, es decir, sin esclusas; el más interesante es el trazado en la provincia de Darién, más cerca de Colombia. La utilización de energía atómica reduciría su costo a la mitad.

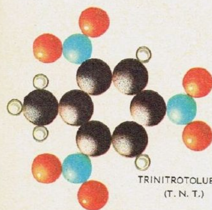
Otro aspecto importante es el de la explotación del petróleo, a veces inaccesible a través de capas de rocas que lo mantienen encerrado, o porque está mezclado con arena y los métodos de bombeo actuales resultan improductivos. Se calcula que bajo las arenas del lago de Atabasca en el Canadá hay más petróleo que en todo el Medio Oriente y que encerrados entre los estratos de lutita de los Estados Unidos se encuentran cantidades fantásticas de petróleo. Explosiones atómicas adecuadas que generaran calor o que desmenuzaran las rocas liberarían esa riqueza potencial.

Algo similar ocurre con las aguas subterráneas. A veces se alternan zonas áridas y zonas fértiles simplemente porque el agua no puede llegar a las primeras debido a que una barrera de rocas subterráneas le impide aflorar; se buscaría entonces fragmentar dichas capas rocosas. Por último se habla de la instalación de centrales eléctricas térmicas. Estas se conocen ya en su forma natural en Nueva Zelandia, donde se explota el agua caliente de los geysers. Pero se ha proyectado crear núcleos artificiales de calor mediante explosiones atómicas y luego bombear agua para extraer vapor. Este último proyecto es muy discutido entre los especialistas.

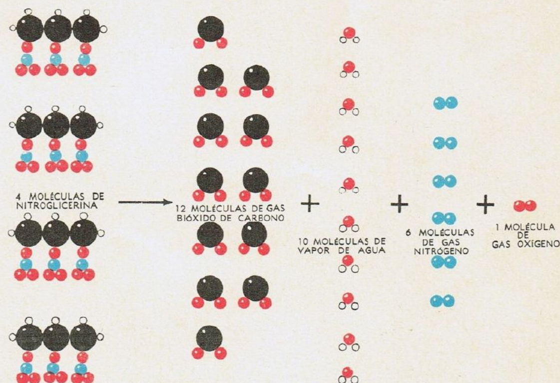
El trinitrotolueno (TNT) se utilizó en la segunda guerra mundial. La ilustración muestra el transporte de una bomba "rompemanzanas" hacia un bombardero Lancaster.





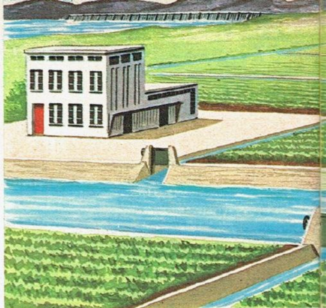


ESFERAS NEGRAS = ÁTOMOS DE CARBONOS
ESFERAS BLANCAS = ÁTOMOS DE HIDRÓGENO
ESFERAS ROJAS = ÁTOMOS DE OXÍGENO
ESFERAS AZULES = ÁTOMOS DE NITRÓGENO



La nitroglicerina no es un compuesto de cadena cerrada; encierra tanto oxígeno que aún después de la explosión sobra una parte de él.

LA IRRIGACIÓN



Enfrentamos la creciente demanda mundial de alimentos mediante la mecanización, los fertilizantes y la irrigación.

La *mecanización* disminuye las horas-hombre necesarias para producir determinada cantidad de alimento, pero no aumenta sensiblemente la cosecha por hectárea. En Italia y en el Japón, mucho menos mecanizados que los Estados Unidos, la producción de arroz por hectárea es casi el doble de los 27 quintales que allí se obtienen.

El problema actual consiste en mejorar el rendimiento de las tierras cultivadas mediante fertilizantes (cuya producción se triplicó en los últimos 30 años) y obtener nuevas tierras arables por medio de la irrigación. Esto no significa despreciar la mecanización agrícola: en el año 1850 el trabajo de un agricultor podía alimentar 4 personas; en 1900, 7; en 1955, 10, y, actualmente, la jornada de un agricultor alimenta 20 personas. Pero el problema de muchas regiones de Asia y África consiste principalmente en la escasez de tierra apta para el cultivo.

IRRIGACIÓN

Es la aplicación artificial de agua a los suelos con el objeto de favorecer los cultivos. Los principales beneficios de la irrigación son la cantidad adecuada de agua y la regularidad con que se la suministra.

Aunque la mitad de las tierras cultivadas del mundo recibe alguna forma de irrigación, existen todavía muchísimas zonas que son áridas sólo por falta de agua, mientras enormes ríos como el Congo se pierden en el mar. Recordemos que no hace 5.000 años todavía el Sahara era fértil porque previamente el río Congo se desviaba hacia el norte en vez de desembocar como ahora a través de una garganta en las colinas de la costa occidental.

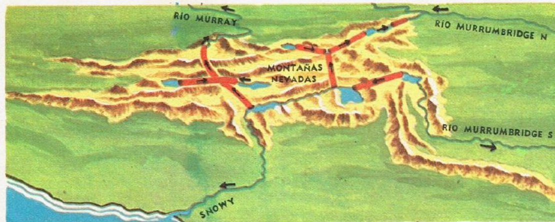
La técnica moderna trata de utilizar los lagos o crear reservas artificiales mediante represas, además de perforar el subsuelo en busca de reservas.

MÉTODOS DE IRRIGACIÓN

En siglos pasados el hombre disponía de escasa energía, y elevar el agua hasta las tierras áridas altas era un problema insoluble. En China, por ejemplo, la mayoría de los 700 millones de habitantes se dedica a la agricultura y vive en tierras bajas donde la irrigación es relativamente sencilla, sin poder aprovechar las zonas altas que serían fértiles si tuvieran agua suficiente. En las masas así hacinadas una sequía o una cosecha pobre pueden significar el hambre y la muerte de millones de seres.

Los grandes planes de irrigación aliviaron el problema de la superpoblación en la India donde vastos desiertos fueron convertidos en feraces tierras de cultivo. Dado que la mayoría de las tierras estériles del mundo lo son sólo por carencia de agua, la irrigación es la primera respuesta al problema angustioso de la alimentación mundial.

Los antiguos egipcios aprovechaban los desbordamientos del Nilo mediante un sistema primitivo de irrigación, consistente en canales y surcos que llevaban el agua a través de los campos; pero durante el resto del año dependían de aparatos primitivos para elevar el agua hasta el nivel de los canales. El "shaduf", balde que cuelga de una vara con un contrapeso, se conoce en Egipto desde hace más de 3.000 años y aún está en uso; lo mismo puede decirse de la rueda persa, que lleva cubos adheridos a su periferia. A veces se utilizaban animales para la irrigación y en la India muchas aldeas ubicadas a cierta distancia de un río dependen, si carecen de pozos, de pequeños tanques en los que almacenan el agua de las lluvias de los monzones para utilizarla durante la estación seca.



Esquema simplificado del proyecto de riego en las montañas Nevadas en Australia. Se calcula que al bloquear el río Snowy, que atraviesa una región con lluvias abundantes, y derivarlo hacia el río Murray y los dos Murrumbridge, se podrá fertilizar zonas áridas. El proyecto requiere 9 represas y 150 kilómetros de acueductos. Existen planes similares en otros continentes.

El sistema de irrigación más común es el de superficie, que utiliza canales que guían el agua que luego recorre unos surcos mucho menores que impregnan la tierra. Los inconvenientes posibles son la erosión si la corriente es violenta debido a una pendiente acentuada y la infiltración en un terreno muy absorbente.

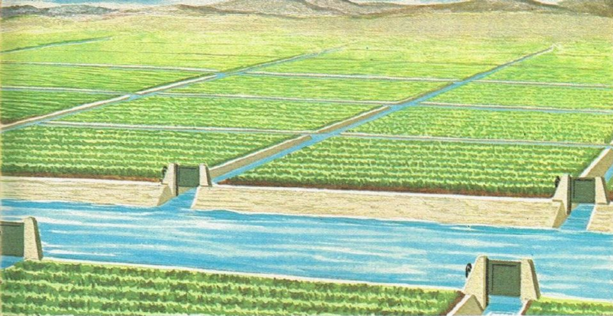
El método de aspersión, que consiste en regar desde arriba en forma parecida a la lluvia, es eficaz porque mezcla el agua con el oxígeno del aire, pero es costoso y está sujeto a desviaciones por el viento.

Entre otros métodos citaremos la inundación o sumersión, que se practica en los arrozales y requiere una llanura o un sistema de mesetas horizontales, y la subirrigación o irrigación por medio de cañerías subterráneas permeables.

EL CICLO DEL AGUA

El agua llega naturalmente a la tierra por medio de las lluvias (los ríos tienen el mismo origen). El suelo es importante porque puede ser absorbente y el agua se infiltra en él o porque a causa de su inclinación puede drenar el agua. La retención del agua por un terreno arcilloso es el doble de la de un terreno arenoso. Conviene conocer además el nivel en el que se acumula el agua: las plantas de raíz larga como la alfalfa y los árboles toman agua a dos o tres metros de profundidad; las raíces del trigo llegan sólo a 1,50 m., y las de la papa a 50 cm. Se comprende que toda filtración de agua más abajo de las raíces las inutilizan. La razón por la que el agua queda en el suelo y no sigue descendiendo por la acción de la gravedad es la adhesión (de índole capilar, que estudiaremos más adelante); de allí la necesidad del estudio microscópico de los suelos.

El agua se pierde en parte por *evaporación*, que es importante en los climas cálidos: la evaporación comprende tanto la del suelo como la de los vegetales. Debido a esta razón 500 mm. anuales de lluvia pueden ser suficientes en regiones templadas, mientras una tierra cálida que reciba la misma cantidad será necesariamente árida. Por otra parte conviene recordar que en las cercanías de los océanos las lluvias son más abundantes y también más regulares; en el interior



suficientes lluvias, y dirigir sus aguas en sentido contrario a través de la montaña hacia otros ríos que recorren las tierras áridas interiores. El proyecto es gigantesco, pero la introducción de la energía atómica ha permitido idear soluciones todavía más drásticas, como sería la transformación del río Congo en un gran lago que desaguaría por el Sahara, fertilizándolo. Para concluir digamos que al este del río Volga existen tierras áridas y que se planea desviar dicho río con el fin de irrigarlas; paralelamente descendería el nivel del mar Caspio por evaporación y los pozos petrolíferos subácueos de Bakú quedarían a flor de tierra.



Irrigación mediante surcos, método aplicable a grandes extensiones. Aquí vemos cómo se bombea el agua en los surcos.



El riego por aspersión sólo es posible en áreas relativamente pequeñas, como las de ciertos huertos.

de los continentes la irregularidad de las lluvias (pocos chaparrones intensos) las vuelve menos inútiles.

Es cierto que todas las plantas consumen agua continuamente, pero la cantidad depende de la época, del clima y de la variedad de cultivo. En líneas generales las plantas necesitan más agua cuando crecen, y los sistemas de irrigación deben preverlo. Existen así zonas de Egipto donde las cosechas dependen totalmente, en la estación calurosa, de la irrigación artificial; donde el clima es muy irregular el riego es necesario por su papel compensador.

Ciertos cultivos son especiales: el arroz pasa una etapa de su desarrollo bajo una capa de 15 cm. de agua; debido a esta razón en el Asia Sudoriental se produce gran cantidad de arroz aprovechando las enormes lluvias traídas por el monzón y que se retienen en terrazas que forman gigantescos "escalones" ácueos en las laderas.

QUÍMICA DEL AGUA

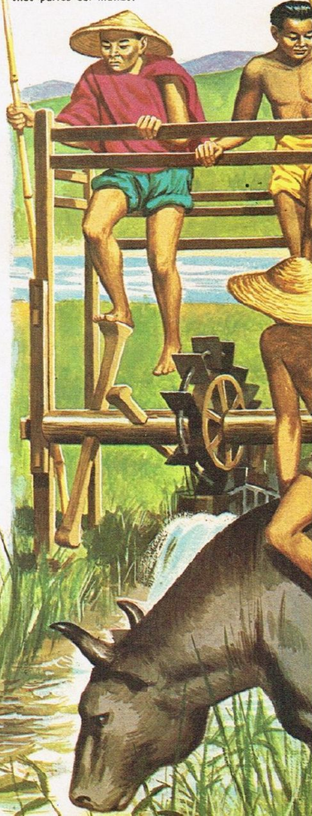
Es necesario tener muy en cuenta que el sodio es sumamente desfavorable. Debe analizarse el porcentaje de sales solubles del agua. El bicarbonato de sodio y otros tóxicos desaconsejan, si abundan, la irrigación. Pero no debemos olvidar, por otra parte, que terrenos enteramente salinos pueden ser "lavados" mediante el riego metódico, como ocurre en ciertos lugares del sur de la Unión Soviética.

LOS PLANES DE IRRIGACIÓN EN GRAN ESCALA

A pesar de que a menudo chocan con otras actividades (navegación, restos ácidos arrojados por las minas y las industrias, pesca de salmones) el procedimiento actual para regularizar el aporte de agua a las tierras consiste en crear lagos artificiales mediante represas que brindan accesoriamente energía eléctrica, y canalizar el líquido mediante caminos artificiales hacia los puntos deseados.

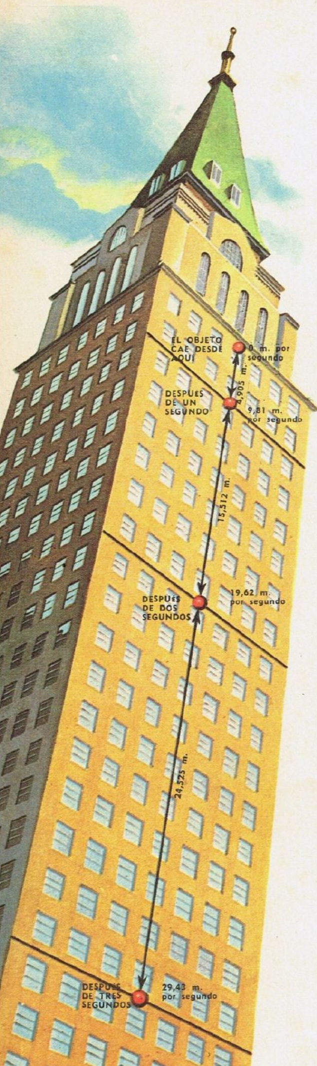
El ejemplo clásico es el de la represa de Asuán en el alto Nilo; el volumen de éste excede —entre agosto y noviembre— lo necesario para la irrigación, y durante el resto del año su caudal es insuficiente. Por esta razón Egipto se limitó siempre a una franja poblada en la vecindad inmediata del río. Tras la represa de Asuán se formará uno de los lagos artificiales más grandes del mundo, con una extensión de más de 3.500 Km². Las tierras arables aumentarán en un 30 %, y la producción de electricidad se multiplicará.

En la India y el Pakistán están los sistemas de irrigación moderna más extensos del mundo. La represa de Sukur a través del Indo, por ejemplo, transformó una región estéril mayor que el Egipto entero en fértil tierra arable. Uno de los proyectos más audaces es el de interceptar el río Snowy, en Australia, que atraviesa una región con



Sistemas primitivos para elevar el agua al nivel de los campos, como este molino accionado con el esfuerzo humano, pueden verse aún en muchas partes del mundo.

¿CON QUÉ VELOCIDAD CAEN LOS CUERPOS?

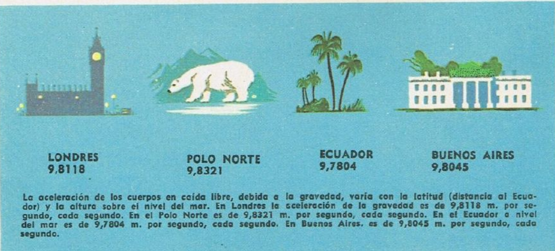


Una fuerza es algo capaz de modificar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo. Cuando los objetos se mueven es porque sobre ellos actúan fuerzas. El peso, efecto de la gravitación de la Tierra, es una fuerza. Una fuerza constante, como es el peso, comunica al objeto una aceleración, es decir un incremento de velocidad, uniforme; una piedra que cae al vacío, o sea sin resistencia alguna, aumenta su velocidad a razón de 9,81 m. por segundo a cada segundo: esto significa que a cada segundo que pasa su velocidad es de 9,81 m. por segundo mayor que antes.

Al principio la piedra está quieta y su velocidad vale 0 m. por segundo; al cabo de un segundo su velocidad será de 9,81 m. por segundo; al cabo de 2 segundos caerá a razón de 19,62 m. por segundo, y así sucesivamente. A cada segundo la piedra acelera 9,81 m. por segundo.

Si no encuentran resistencia (el rozamiento del aire por ejemplo) todos los cuerpos caen con la misma velocidad *cualquiera sea su peso*. Fue Galileo quien primero lo demostró.

La resistencia del aire depende de la forma del objeto, pero además es siempre proporcional al cuadrado de la velocidad. Existe por lo tanto una velocidad límite en la que la fuerza del peso es equilibrada por la resistencia del aire. Por ejemplo una pluma cae lentamente porque posee una superficie muy grande en relación al peso que la atrae hacia la Tierra; en cambio una bala puntiaguda, pesada y de superficie lisa lo atraviesa fácilmente. Las cifras que damos aquí solamente son ciertas, por lo tanto, en el vacío. Explicaremos en otra nota cómo el peso, o atracción de la Tierra, disminuye un poco hacia el Ecuador debido a la fuerza centrífuga de rotación y a su mayor distancia del centro de nuestro globo, achatado en los polos.



La aceleración de los cuerpos en caída libre, debida a la gravedad, varía con la latitud (distancia al Ecuador) y la altura sobre el nivel del mar. En Londres la aceleración de la gravedad es de 9,8118 m. por segundo, cada segundo. En el Polo Norte es de 9,8321 m. por segundo, cada segundo. En el Ecuador a nivel del mar es de 9,7804 m. por segundo, cada segundo. En Buenos Aires. es de 9,8045 m. por segundo, cada segundo.



Dos objetos de forma semejante y peso diferente caerán con aceleraciones comparables. La resistencia del aire es lo que se opone a su peso.

Objetos de formas diferentes, que ofrecen diferente resistencia al aire, aceleran a ritmo diferente aunque su peso sea el mismo.

Cualquiera sea el peso del objeto que cae del rascacielos, su velocidad "aumenta", a cada segundo, aproximadamente 9,81 m. por segundo. Al final del 1er. segundo su velocidad es de 9,81 m. por segundo, pero su "velocidad media" habrá sido de 4,905 m. por segundo, puesto que empezó con velocidad nula. Entonces, durante el 1er. segundo cae 4,905 m. o sea el promedio entre 9,81 y cero. Al comienzo del 2º segundo su velocidad es de 9,81 m. por segundo; al fin del 2º segundo su velocidad ha aumentado en otros 9,81 m. por segundo, o sea que alcanza a 19,62 m. por segundo. Su "velocidad media" durante el 2º segundo es de 15,512 m. por segundo. Por consiguiente, cae 15,512 m. durante el 2º segundo. Al principio del 3er. segundo su velocidad es de 19,62 m. por segundo, y al finalizarlo su velocidad aumentó a 29.43 m. por segundo. Su "velocidad media" durante el 3er. segundo ha sido de 24,525 m. por segundo. O sea, que cae 24,525 m. durante el 3er. segundo. El espacio total recorrido en la caída sin obstáculo se expresa por $e = \frac{gt^2}{2}$ en la que "e" es la trayectoria en metros, "g" la aceleración de 9,81 m. por segundo a cada segundo y "t" el tiempo en segundos.

LA TOPOGRAFÍA Y EL TEODOLITO

APARATOS TÉCNICOS

El primer paso para establecer el mapa de una región es medirla. Se trata de encontrar las distancias entre varios puntos significativos, después de lo cual puede trazarse un mapa. La mayoría de éstos se basa en la *triangulación*. La palabra misma sugiere un método que emplea triángulos, imaginarios o reales.

PRINCIPIO DE LA TRIANGULACIÓN

Trigonometría es la rama de la matemática que se ocupa de las relaciones entre las partes de un triángulo. La trigonometría nos enseña a calcular los otros elementos de un triángulo, con sólo conocer dos ángulos y uno de los lados, o bien un ángulo y dos lados. Estos métodos se utilizan, frecuentemente, en topografía. El agrimensor determina dos puntos A y B y mide cuidadosamente, mediante cadenas, cintas metálicas, rodetes o reglones, la distancia que los separa. Elige después otro punto C, una torre u otro objeto, como un pico montañoso, claramente visible tanto desde A como desde B. Desde el punto A mide el ángulo que forman los puntos B y C, y desde el punto B el formado por A y C. Si lleva esas medidas al papel tiene un triángulo del que conoce dos ángulos y un lado; la trigonometría le permite calculas los otros dos lados sin medirlos realmente en el terreno. Así, se establece la posición del punto C con respecto a los otros dos (A y B).

La próxima etapa consiste en elegir algún otro punto conveniente, por ejemplo D, fuera del triángulo primitivo, después de lo cual se construye otro triángulo imaginario utilizando, como base, uno de los lados del primitivo. No es necesario medir la distancia entre B y C pues todos los elementos del primer triángulo son conocidos. Entonces, después de determinar el ángulo que forma D con la línea BC, el agrimensor posee un nuevo triángulo, del cual conoce dos ángulos y un lado, y la trigonometría le permite, otra vez, calcular la posición de D.

PRÁCTICA DE LA TRIANGULACIÓN

De este modo, el agrimensor puede extender su red de triángulos por toda la región y dibujar un mapa sin medir nuevas longitudes; por esta razón la distancia inicial AB ha de medirse muy exactamente. En la práctica se verifica la corrección de los cálculos midiendo ocasionalmente algunas distancias.

Debe recordarse que las longitudes que se calculan son rectas y no tienen en cuenta las desigualdades del terreno. Así, un mapa indica el intervalo horizontal entre dos picos montañosos, pero no la distancia real que ha de recorrerse, sobre el terreno, para ir del uno al otro.

Si el mapa ha de cubrir una superficie de terreno muy grande, la primera triangulación se efectúa entre puntos muy distantes (entre 30 y 50 kilómetros). Inversamente, cuando se confecciona un mapa grande para una superficie pequeña ("escala grande"), generalmente se miden los lados del triángulo con abstracción de los ángulos, excepto si se desea verificar algunos cálculos. Se habla entonces de *catastro* de la región.

Los vértices de los triángulos deben ser objetos claramente visibles, como los picos de las montañas. Pero cuando se dividen los triángulos grandes en otros menores, un bosque o una aglomeración de edificios pueden imposibilitar la triangulación al ocultar un punto-clave. En ese caso, el agrimensor elige dos puntos A y B y mide la distancia entre ellos: luego busca otro punto intermedio C y calcula un nuevo triángulo, que le permite salvar el obstáculo (esta vez los elementos conocidos son dos lados y un ángulo).

NIVELACIÓN

La posición de un punto, respecto a otros, no es completamente conocida hasta que se sabe su altitud sobre el nivel del mar. Estos métodos de "nivelación" se explicarán en un próximo artículo. En casos excepcionales se calcula, por trigonometría, la altura de

RELACIONES TRIGONOMÉTRICAS

En cualquier triángulo son válidas las siguientes relaciones:

$$\frac{b}{\text{sen } B} = \frac{a}{\text{sen } A} = \frac{c}{\text{sen } C}$$

Tablas especiales indican el seno (sen) de cualquier ángulo. Por medio de alguna de las fórmulas indicadas más arriba es posible calcular cualquier lado o ángulo, si se han medido previamente dos ángulos y un lado, o un ángulo y dos lados. Si en la figura superior se conoce el ángulo A, el B y el lado a, y se desea calcular el lado b, puede utilizarse la fórmula

$$\frac{b}{\text{sen } B} = \frac{a}{\text{sen } A}$$

en la forma siguiente:

$$b = \frac{\text{sen } B}{\text{sen } A} a$$

La figura inferior explica lo que se entiende por el seno (sen) de un ángulo

$$\text{sen } B = \frac{\text{Cateto opuesto}}{\text{Hipotenusa}}$$

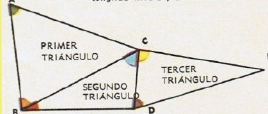


EL TEODOLITO

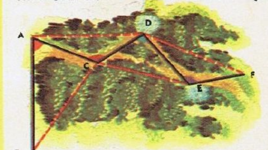


EL PRINCIPIO DE LA TRIANGULACIÓN

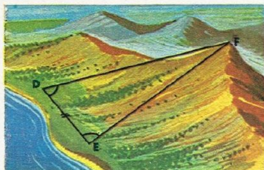
Se distinguen con colores los ángulos realmente medidos. AB es la única longitud medida, no calculada.



TRIANGULACIÓN A TRAVÉS DE UN BOSQUE

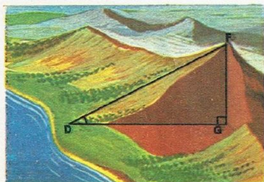


Se han coloreado los triángulos realmente medidos. Las líneas negras indican las distancias medidas y las rojas las calculadas.



DETERMINACIÓN DE LA ALTURA DE UNA MONTAÑA CERCA DEL MAR

Cómo se determina la altura de una elevación costera. El primer paso consiste en calcular la distancia horizontal entre el pico y D. Puede utilizarse esa distancia DF como hipotenusa para un triángulo rectángulo vertical, en el que FG representa la altura del pico. El ángulo G mide siempre 90°.



un pico, para lo cual se procede de la manera siguiente: en el triángulo DFE se conocen la distancia DE y los ángulos D y E, lo que permite calcular todo el triángulo, especialmente la línea DF. De allí no será difícil calcular el lado FG, o la altura del pico, pues conocemos DF, el ángulo D, y, por definición, el ángulo G, que mide 90°. En cuanto se conoce la altura del primer pico, otras cumbres vecinas pueden calcularse por el mismo método. No es necesario partir del nivel del mar, sino simplemente de una altura conocida.

EL TEODOLITO

La medida de los ángulos es muy importante en topografía: el instrumento utilizado para ello se llama *teodolito*. En lo fundamental consiste en un anteojo de larga vista, que puede moverse horizontal y verticalmente. En limbos graduados (a veces hasta en segundos de arco) se miden los desplazamientos verticales y horizontales de la parte óptica. Hay, además, planchas de referencia (dos verticales y dos horizontales), de las cuales dos son fijas y las otras móviles. El teodolito se apoya sobre un trípode y, mediante un nivel de burbuja, se verifica previamente la horizontalidad del aparato. Los tornillos de posición permiten subir o bajar lateralmente el teodolito.

Para medir el ángulo plano entre dos objetos se mueve el catalejo, hasta que uno de ellos coincida con la retícula del objetivo. Se ajusta entonces la plancha horizontal inferior, hasta que el cero se encuentre exactamente sobre la señal de referencia de la plancha horizontal superior, y se fija en esa posición. Luego se gira el anteojo y se observa el segundo objeto. Como la plancha horizontal superior se mueve con el telescopio, la indicación de referencia sobre la segunda placa será la medida del ángulo horizontal entre los dos objetos, pues ha permanecido estacionaria. Los ángulos verticales se miden en forma semejante, utilizando las otras dos planchas.



LOS ARÁCNIDOS

La clase de **arácnidos** es otra división de los artrópodos (animales de patas articuladas). Una sustancia córnea, llamada "quitina", impregna su cutícula. La parte delantera del cuerpo posee seis pares de apéndices, siendo los cuatro últimos, patas. La parte trasera, normalmente, no lleva patas. El par delantero forma más garras, llamadas **quelíceros.** Esto contrasta con las **antenas** filiformes, siempre presentes en el primer segmento de los otros artrópodos. No tienen verdaderas mandíbulas, y utilizan las bases de los quelíceros para "masticar" los alimentos. Las patas del segundo par se denominan **palpos.** La respiración se realiza por medio de **branquias** o **tráqueas.**

El orden de los **escorpiónidos** comprende a los escorpiones. Poseen quelíceros; pedipalpos y un aguijón en la cola. Ejemplo: **scorpio** (1).

Orden de los **seudoescorpiónidos.** Pequeños animales parecidos a los escorpiones y, a menudo, presentes entre las hojas muertas. No tienen cola. Ejemplo: **neobisium** (2).

El orden de los **xifosuros** contiene un solo tipo —**limulus** (3)—, semejante a un cangrejo, con un grueso carapacho correoso y que vive en aguas costeras poco profundas, especialmente en América del Norte.

El orden de los **araneidos** incluye a las arañas. Una fina cintura divide el cuerpo en dos partes, y junto a los quelíceros hay un depósito de veneno con el que paralizan a su presa. Poseen glándulas para fabricar sus características telas. Ejemplo: **aranea** (5).

Orden de los **palpígrados.** Son pequeños y alargados; se encuentran bajo las piedras y en sitios semejantes. Ejemplo: **koenenia** (6). Orden de los **solífugos.** Viven en climas cálidos, son muy peludos y con largos palpos (**pedipalpos**). Ejemplo: **galeodes** (4).

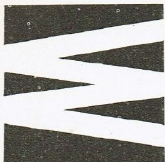
Orden de los **ácaros.** Animales con pocos indicios de segmentación, cuerpo corto y, a menudo, redondeado, como los gorgojos y garrapatas. Los segundos chupan sangre gracias a sus quelíceros modificados. Ejemplos: **acarus** (7) (gorgojo), **ixodes** (8) (garrapata).

Orden de los **falángidos.** Son las "arañas" de largas patas y cuerpo redondeado. Ejemplo: **mitopus** (10). El orden de los **pantópodos** comprende animales marinos en los que **"no se ven más que patas"**; ejemplo: **nymphon** (9). La parte trasera está muy reducida y hay un par adicional de patas delanteras.

Orden de los **tardígrados.** Pequeños; viven entre los vegetales en putrefacción, etc.; ejemplo: **macrobiotus** (11).

En el orden de los **pentastómidos,** por ejemplo **demodex** (12), hay parásitos vermiformes con garras ganchudas. Las etapas jóvenes semejan gorgojos.

FABRIL 18/10/63

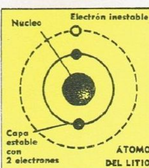


NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

ENSEÑANZAS DE UN INVIERNO CRUDO

El invierno europeo de 1962/63 fue el más riguroso en dos siglos. Murieron muchísimos animales marinos y algunas especies casi se extinguieron, pero no indistintamente.
Los más afectados fueron los que vivían en las orillas del mar y no podían huir; en efecto, la temperatura en el interior del agua es muchísimo más constante que en la atmósfera, y estos animales fueron muertos por heladas que cristalizaron el agua de sus células y les impidieron utilizar el oxígeno. Afortunadamente estas especies producen muchas larvas y comienza la recolonización, especialmente entre ciertas ascidias.
Los acuarios pequeños, más sensibles que los grandes a los cambios de temperatura, permitieron también clasificar a las especies según su resistencia al frío: hubo dorados y rayas que murieron casi instantáneamente y bacalaos que no parecieron darse por enterados.
Por último, ciertas aves migratorias pasaron el invierno mucho menos al norte de lo acostumbrado y se alimentaron de animales que, como las ostras y las almejas, no podían huir. Se considera que se necesitarán unos 4 años para que se restablezca el equilibrio biológico.

EL LITIO, TRIUNFO DE LA TECNOLOGÍA MODERNA



Después del hidrógeno y el helio, el átomo de litio es el más liviano. Se lo utilizaba sólo en el vidriado cerámico, pero hoy es un elemento de vanguardia. En efecto, su núcleo es muy pequeño, y con una carga positiva muy concentrada. Los sabios de antaño, hipnotizados por la idea de analogía química, se limitaron a suponer que el litio era sólo un "sodio reforzado".

Como materia prima atómica. — En la bomba de hidrógeno y en reactores termonucleares el litio es un combustible intermediario. Se trata de un proceso indirecto y complicado que detallaremos en otra nota. Pero adelantemos ahora que la facilidad con que su núcleo absorbe neutrones (sobre todo si se los ha "frenado" con una capa de parafina) lo hace el protector ideal para los hipotéticos aviones atómicos del futuro, pues el plomo y otras "pantallas" similares son demasiado pesados.

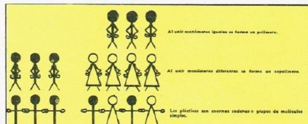
En metalurgia. — La enorme actividad química del litio se anula en las aleaciones; forma con el magnesio metales de uso práctico, a la vez muy livianos y resistentes (el peso específico del litio es de sólo 0,53). En otro aspecto, su avidez por el oxígeno, el nitrógeno y otros gases, se aprovecha para tratar el cobre fundido y aumentar en mucho su conductibilidad eléctrica. Un poco de litio en ciertas soldaduras de acero las mejora enormemente

En química. — Cuando el átomo de litio (fig. 1) cede su electrón exterior, su pequeño núcleo posee una atracción eléctrica notable porque sólo lo protege una capa de dos electrones. A esta carga se debe, como explicaremos más adelante, que atraiga tanto el agua y se lo utilice como deshumidificante. Lubricantes a base de litio se emplean en tecnología espacial porque ciertos compuestos sencillos, como el estearato de litio (el ácido esteárico es la "estearina" de los cirios), conserva sus propiedades entre 52° bajo cero y 138° sobre cero. La clave química del litio es que, al combinarse y perder así su electrón periférico, adquiere una carga positiva muy "densa", muy **concentrada**, porque una capa de sólo dos electrones protege su núcleo del exterior.

En la fabricación de plásticos. — El principal uso actual del litio es como "iniciador" y acelerador de síntesis orgánicas. Es sabido que muchos plásticos son simples repeticiones, casi indefinidas, de una molécula muy sencilla: el ejemplo típico es el polietileno. En la preparación del caucho sintético, el litio permite construir las moléculas exactamente como se las desea (fig. 2).

En termología. — La gran capacidad calórica del litio es notable. Funde a 180° C. pero no hierve hasta los 1.326°, de modo que puede usarse como vehículo para transferir calor, o como agente para enfriar reactores nucleares de alta temperatura. Pero hay un inconveniente, el mismo de los alquimistas que buscaban un solvente universal: ¿qué recipiente puede contenerlo, si, una vez fundido, el litio ataca la mayoría de los materiales?

Fuentes. — El litio abunda en la corteza terrestre, pero está muy diseminado. Representa entre 2 y 8 diezmilésimas del peso de la corteza, a pesar de ser tan liviano (la proporción en peso del plomo, 20 veces más pesado, es de apenas la mitad; y la del cinc es aún muchísimo menor).
El mechero de Bunsen reveló, por la coloración de la llama (ver TECNIRAMA Nº 6, pág. 107), su presencia en el tabaco y en la caña de azúcar; pero su identificación se produjo en el espectro solar. Los mayores yacimientos están quizá, en el Congo. En ciertos minerales grisáceos, llamados espodumenos, abundan enormes cristales de 5 o más metros de largo, que contienen hasta 10 por ciento de litio.





CORREO DE LECTORES

LA TIPOGRAFÍA TRAICIONA A LAS COMPUTADORAS

En TECNIRAMA Nº 2, artículo **"Calculadoras y computadoras"** las respuestas correctas de las dos primeras líneas de cálculos son:

$$123 - 45 - 67 + 89 = 100$$
$$\text{y } 123 + 4 - 5 + 67 - 89 = 100$$

Agradecemos muy especialmente a L. F. F. y H. G., que nos lo han hecho notar. Observamos además, gracias a M. K., que en nuestro ejemplo de **Googolplex** falta un quintillón (otros 30 ceros más) para completar los cien ceros necesarios.

La mejor usina de marea podría ser argentina. — A. H. nos comunica un magnífico proyecto de usina maremotriz en la bahía de San José, y, eventualmente, en Golfo Nuevo (Chubut). Este lugar fue considerado, por un Congreso Internacional, como el emplazamiento ideal, y la simple observación del mapa tiende a confirmarlo. En lo que se refiere a Río Gallegos, aludíamos a las posibilidades provenientes de las oscilaciones del mar y no a la configuración geográfica. Le quedamos muy agradecidos.

UN GRAN HONOR PARA LA AMÉRICA HISPANA: LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA DE FERMAT

N. L. y E. K., en representación del curso que integran en la Universidad Argentina, así como C. B., nos señalan que el famoso matemático argentino Carlos Biggeri publicó, en el Nº 5 de la serie VIII de "FAROL", varias demostraciones generales del tres veces secular "desafío a la inteligencia humana". El enigma planteado por Fermat queda así aclarado. Indicamos a nuestros lectores que el tipo de demostración dista mucho de ser elemental.



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

Meteoritos con rastros de vida. — H. H. V. nos hace observar que el meteorito denominado **El Toba** es de un tamaño mayor que el que indicamos, como máximo, en la categoría de meteoritos con carbono (TECNIRAMA Nº 1, "Nuevas realidades, nuevos términos"). Hubiéramos debido expresar que excluíamos de esta clasificación al grafito, porque dicha variedad de carbono es una estructura cristalina, que sólo se presenta en las rocas que sufrieron intensas metamorfosis, y no se adaptan fácilmente a la subsistencia de compuestos químicos orgánicos.

¡DETENTE, SOL!

Leí su nota sobre el "arca eléctrica" de Moisés. ¿Cómo explican que, contra toda evidencia, Josué hiciera "detener el Sol"? (A. R. R.)

Según la admirable versión de la Escuela de Jerusalén, Josué exclamó: "Sol, detente sobre Gabaón" a fin de que le alcanzara el tiempo para derrotar a los reyes amonitas. Si hubiese dicho "detente, Tierra" los hebreos no lo habrían comprendido. Es cierto que el crepúsculo puede prolongarse por acumulación de nubes en el horizonte, pero el relato habla de casi "un día" de inmovilidad. Para que la Tierra detuviera su rotación sin que los mares se abalanzaran sobre los continentes, fue preciso el paso muy cercano de un astro importante. Esto coincide no sólo con la lluvia de aerolitos que consolidó la victoria de Josué, sino con testimonios contemporáneos en regiones alejadas: los "Anales de Cuauhtitlán", en México, tablillas babilónicas e inscripciones chinas. Algunos atribuyen este cataclismo cósmico a un desplazamiento de Venus, que, incomprensiblemente, no mencionan los antiguos cuadros hindúes (3100 a.C.) ni la primitiva astronomía egipcia.

VEHÍCULOS LUNARES A COLCHÓN DE AIRE

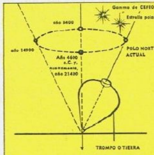
Ustedes sostienen que los vehículos sobre colchón de aire no son útiles para trasladarse sobre la tierra firme. Sin embargo, leí en un periódico que se utilizarían en los alunizajes. (D. R. C.)

En la Tierra se necesita el chorro de 4 a 8 turbinas para apartar el vehículo unos centímetros del suelo; "flecos" semirrígidos que encierran el aire aumentan el efecto. Pero se comprende fácilmente que obstáculos relativamente pequeños no pueden ser sorteados por un vehículo de esta índole, cuya ventaja debería ser la supresión de las carreteras. En la Luna no hay atmósfera para alimentar la turbina y el mecanismo debería ser otro. Pero el peso de un vehículo en la Luna es muy inferior a su peso sobre la Tierra, lo que constituye una ventaja. Procuraremos obtener el artículo que nos menciona.

CONSULTAS AGRUPADAS

H. C. D. C. Hay **dos millones de toneladas de aire para cada habitante del globo.** El 99 % de la atmósfera está dentro de los 25 a 30 Km. de altura y nos resguarda de las letales radiaciones del espacio exterior, nos proporciona agua, oxígeno y productos químicos, y nivela la temperatura. Ninguna otra atmósfera conocida le es similar.

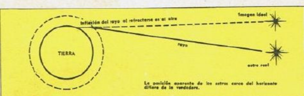
A. H. Sí. Leonardo de Vinci entrevió el **paralelismo entre respiración y combustión.** Escribió: "ningún animal que respira puede vivir donde una llama no subsiste".



M. S. L. A. Sí, **el polo celeste se traslada lentamente.** El eje de la Tierra, como el de un trompo que gira, describe un cono y apunta hacia sucesivos puntos del cielo. Dentro de 2.000 años γ de Cefeo será la estrella polar; esta vuelta circular de "precesión" se completa en 26.000 años (además, las estrellas se mueven individualmente en el cielo).

I. A. Los cables de aluminio para corrientes de alta tensión se refuerzan con acero. Además de ser mejor conductor **a igualdad de peso,** se tiene en cuenta que, por su escasa densidad, exige soportes menos robustos.

N. Z. El achatamiento aparente del Sol y la Luna en el horizonte se debe a que sus rayos se doblan por refracción, al atravesar oblicuamente la atmósfera cada vez más densa, puesto que las capas inferiores soportan el peso de las superiores. La luz del borde inferior del astro atraviesa, más oblicuamente, un mayor espesor de atmósfera; entonces, su curvatura es más pronunciada y nos parece algo más alto, lo que "achata" al astro. Nótese que esta refracción hace que veamos a los astros después que realmente se han puesto.



La posición aparente de los astros cerca del horizonte difiere de la verdadera.

Y PARA CONCLUIR...

AZAR Y GENIO

En el Nº 6 de TECNIRAMA hablamos del creador de la electrodinámica, Oersted, "el Newton de la electricidad". Se ha dicho que su famosa experiencia nació de un descuido de un alumno. Pero los científicos sostienen que Oersted tuvo que acercar intencionalmente el conductor a la brújula. Por otra parte recordemos a Pasteur: "en el terreno de la observación, la fortuna favorece solamente a los espíritus preparados".



Experiencia de Oersted: Cuando pasa la corriente, la brújula se vuelve "perpendicular" al conductor. Las direcciones respectivas son como las de un sacacorchos ("corriente") con respecto a sus espiras ("brújula").

NOTICIA DE HACE 100 AÑOS

Cable submarino. — "Se han suscripto ya más de 300 libras esterlinas para tender un telégrafo entre Inglaterra y América a través del Atlántico, y se anuncia que los trabajos proseguirán inmediatamente".

FRASES CÉLEBRES

Dijo Galileo: ¿Cuándo dejaré de maravillarme, para empezar a conocer?

SEPAMOS CÓMO SE CALCULA

El tamaño de la Tierra. — La circunnavegación de Magallanes no probó que la Tierra fuera esférica: podría haberla efectuado sobre un disco. Más tarde, al completarse la exploración del planeta, quedó demostrado que su superficie era continua, pues carecía de bordes. Hace casi 3.500 años Eratóstenes calculó, admirablemente, la circunferencia de nuestro planeta. En efecto, observó que cuando en Asuán (entonces "Siena") la luz del Sol caía verticalmente hasta reflejarse en los pozos más profundos, en Alejandría, unos 800 kilómetros al norte, formaba un ángulo de 7° 48' con la vertical. Dedujo que esta diferencia de "enfoque" se debía a la esfericidad terrestre (de la que se conocían ya las pruebas clásicas), y le bastó una simple multiplicación para pasar de la distancia Alejandría-Asuán a la circunferencia total de 360°: obtuvo la cifra de 39.750 kilómetros, o sea sólo 240 Km. menos que las mejores medidas actuales.



PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

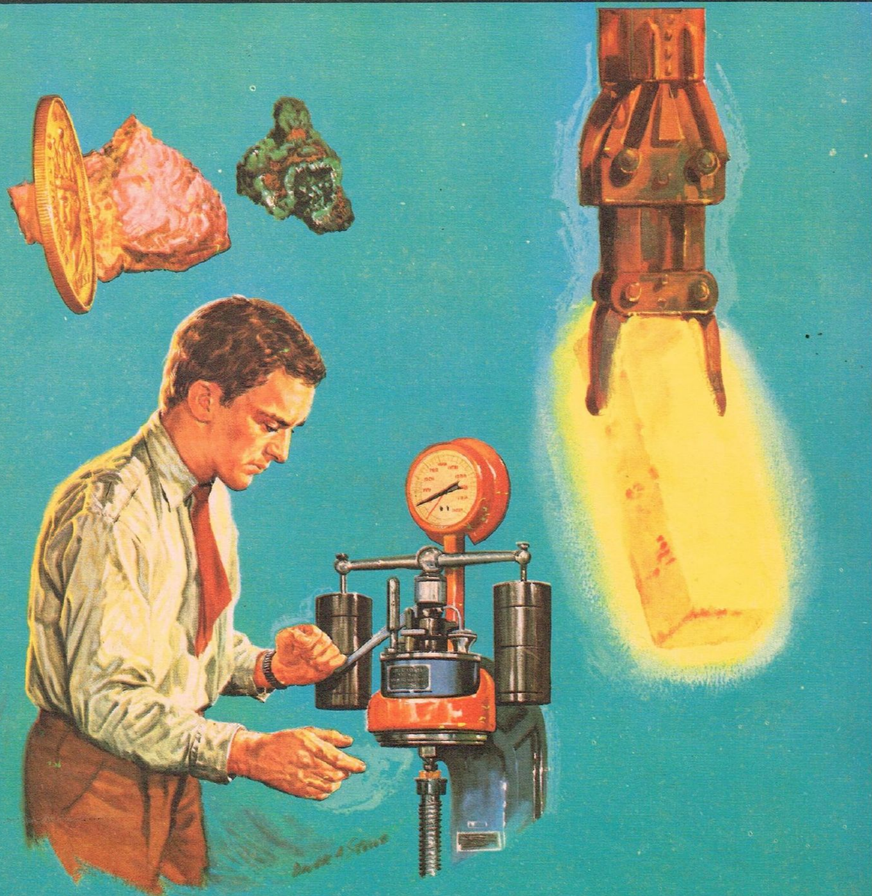
ARGENTINA,	Pesos	30.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COLOMBIA,	Pesos	2,50	*ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4.—
*CHILE,	Escudos	0,60	*HONDURAS,	[illegible]	[illegible]	PERÚ,	Soles	10.—	*VENEZUELA,	Bolívares	1,25

* Distribución a partir del 16 de diciembre de 1963

Nº 10

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: Luis HOWELL RIVERO (Oceanógrafo del Centro de Cooperación de la Unesco para América Latina), plancton. Noraïr Martirosovich SISSAKIAN (Jefe Sec. Biología Acad. Ciencias URSS), praderas oceánicas. Georges CHAMPETIER (Prof. Sorbona, París), ácidos. Dr. Charles F. NIVEN (Direc. Instituto de la Carne de Chicago), pasterización. Ralph E. CLARRIDGE (Direc. General Electric), termómetros. I. Bernard COHEN (Prof. Univers. Harvard), Newton. Amran SCHEINFELD (Seminario de Genética humana Univ. Columbia), mellizos. William L. RUSSELL (Oak Ridge Institute), radiaciones y herencia. Marcel PRENANT (Prof. Facult. Ciencias París), Taxonomía. Dr. Ralph A. BURTON (Dir. de Southwest Research Inst.), temperatura. G. TERMIER (Centro Nac. de investig. cientif. Francia), historia de la energía. C. M. YONGE (Prof. zoología Univer. Glasgow), pesquerías. Frank A. LONG (Prof. química Univ. Cornell), ácidos. J. FUSET TUBIÁ (Prof. Univ. Barcelona), insectos. Allen L. HANSON (Prof. química St. Olaf College), indicadores de acidez. A. R. UBBELOHDE (Prof. de termodinámica y Jefe del Dep. de Ing. y Tecnología del Imperial College of Science), uso de la energía.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo al que corresponden.

Publicado en Argentina por

EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES

TOMO I
AÑO I
Nº 10

SUMARIO

Distribuidores, Agentes de Suscripciones y Venta de Números Atrasados, ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana S. A., Carrera 7ª nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924. San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S. A., Santo Domingo 1175, Santiago. **EL SALVADOR:** Distribuidora Salvadoreña S. A., Av. España 344, San Salvador. **ESPAÑA:** Central Española de Publicaciones S. A., Balmes 96, Barcelona. **GUATEMALA:** De la Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Srta. Hortensia Tijerino, Salvador Mendieta 111, Tegucigalpa. **MÉXICO:** Distribuidor Dispublex S. A., Dir. responsable Marcial Frigolet, Hamburgo 108, México D. F. **NICARAGUA:** Elías Argeñal (h.). **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S. A., Jirón de la Unión 284, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Compañía Uruguaya de Ediciones S. A., 25 de Mayo 620, Montevideo. **VENEZUELA:** Venezolana de Publicaciones C. A., Princ. a Sta. Capilla 4, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA:
METALES: Medición de la dureza; lingote de acero al rojo; oro puro en el cuarzo (arriba, izquierda) y cobre en estado nativo (arriba, derecha).

Correo Central B Apartado
TARIFA REDUCIDA
Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina

NOTICIAS DE HOY

Larva asesina — La esquistosomiasis (descrita en TECNIRAMA Nº 7, pág. 124) es un flagelo secular en muchas regiones cálidas, provocado por un diminuto gusano que utiliza a los caracoles como huéspedes intermediarios entre un enfermo y la víctima siguiente. Primero se descubrió un producto que mata selectivamente a los caracoles; sesenta días después se comprobó que la larva de una mosca de los pantanos los devoraba: cada variedad de larva ataca determinadas especies de caracoles. Pero dos o tres tipos de éstos, vectores de la enfermedad, la resisten, en especial uno de las islas Filipinas y Formosa, que las destroza. Aunque el panorama es promisorio se experimenta con prudencia porque siempre es peligroso alterar el equilibrio biológico.

NOTICIAS DE MAÑANA

Proyectos fabulosos — En la pág. 177 de TECNIRAMA Nº 9, vimos algunos planes, como el desvío del río Congo, o el nuevo canal de Panamá, que se suponían casi irrealizables, hasta que los "rejuveneció" la posibilidad de utilización innocua de las explosiones atómicas. Claro está que se trata simplemente de **destruir** obstáculos. Otros proyectos, en cambio, implican obras prolongadas, resultados inciertos, o una larga espera para que se vuelvan redituables (p. ej. una represa puede tardar años en llenarse). Citaremos: 1º) el túnel bajo el peligroso y voluble canal de la Mancha, probablemente en forma de tubo sumergido, factible y conveniente; 2º) el túnel bajo el estrecho de Gibraltar (muy profundo) que debería "flotar" a unos 20 metros bajo el nivel de las aguas, y cuyas perspectivas son poco halagüeñas; 3º) los túneles bajo el canal de Messina (unión de Sicilia con el resto de Italia) y en el punto más estrecho del Bósforo (730 metros), sobre los que nada se ha decidido; 4º) los aeropuertos flotantes sobre pilotes, en pleno Atlántico, ya no se necesitan; pero hace poco se habló de una isla veraniega anclada frente a la atestada Costa Azul; 5º) en cambio, es factible la obra enorme de derivar el Volga, arteria nutricia del mar Caspio, cerca de Nicolaievsk, hacia sus afluentes Yeruslán y Torchum; esta obra enorme fertilizaría las regiones semidesérticas al norte del lago Aral y, al descender el nivel del Caspio, las explotaciones petrolíferas subacuáticas de Bakú quedarían en tierra firme; 6º) un proyecto similar para fertilizar las mismas tierras, desviando el Obi y el Yeniséi, es mucho menos realista; 7º) entre las empresas sin utilidad actual está el cierre del estrecho de Bab-el-Mandeb, con lo que el nivel del mar Rojo bajaría 7 m. por año y pronto se tendría una buena fuente de electricidad; 8º) francamente fantástico es el proyecto de entibiar el Ártico mediante un gigantesco dique, en el mar de Behring, que bloquee la corriente fría que llega a Vladivostock (en la latitud de la Riviera italiana) y bombear luego el agua tibia hacia el Polo Norte; 9º) es igualmente utópico el proyecto de eliminar, gradualmente, la sal del Báltico mediante obstáculos en las corrientes oceánicas submarinas; 10º) además de quimérico, es peligroso el proyecto de un dique en Gibraltar (el Mediterráneo bajaría, así, 1 m. por año) para obtener nuevas tierras y electricidad, porque es imprevisible la reacción de la línea volcánica Génova-Sicilia al disminuir el peso del agua sobre el fondo; 11º) el mar Muerto, situado a casi 400 m. bajo el nivel del mar (en el extremo norte de una gran grieta, que pasa por el mar Rojo y llega por Africa frente a Madagascar), sugiere la instalación de productivas represas (se volarían las colinas de la costa); pero el valor comercial actual del mar Muerto es la extracción de cloruro de magnesio, que, poco a poco, se diluiría en el cloruro de sodio aportado por las aguas mediterráneas; 12º) se ha hablado también de transformar en canteras a cielo abierto, mediante explosiones atómicas, ciertas minas que hoy exigen galería.

LA UTILIZACIÓN DE LAS AGUAS DEL CONGO

EL PROYECTO PARA FERTILIZAR EL DESIERTO DE KAZAKSTAN

El náufrago, provisto de un salvavidas y de aislación térmica, flota en la superficie.

SALVAMENTO SUBMARINO

Un submarino es un flotador que logra hundirse cuando se anega alguno de sus compartimientos estancos. Sabemos ya que la presión bajo el agua aumenta a razón de aproximadamente un kilo por cm². a cada 10 m. de profundidad (véase "La presión bajo el agua", pág. 79). Es importante recordar que la tripulación de un submarino vive siempre a una presión similar a la atmosférica, porque de otro modo la nave no podría efectuar maniobras rápidas de ascenso y descenso sin provocar graves perjuicios fisiológicos a sus ocupantes. Esta dificultad de pasar a prisa de una presión elevada a otra mucho menor es el obstáculo de todos los sistemas de salvamento.

MÉTODOS DE ESCAPE

Se han utilizado cámaras a presión normal que permitían la evacuación fraccionada —en pequeños grupos— de la tripulación, pero se han abandonado. El procedimiento actual consiste en llevar rápidamente la tripulación a la presión que corresponde a la profundidad a la que se ha hundido la nave, y luego descomprimirla lentamente para evitar accidentes fisiológicos. Esto se realiza mediante campanas estancas de salida, con capacidad para doce hombres, que los buzos aplican al submarino y en la que luego dejan penetrar el agua, cuando la nave está gravemente accidentada; o bien puede hacerse directamente en el mismo submarino, en una "cámara de escape", dispositivo calculado especialmente para solucionar el problema de las diferencias de presión entre el interior y el exterior. Este último es el que se ilustra. Un tubo flexible conectado con una escotilla deja entrar el agua en la cámara hasta que se igualen las presiones interior y exterior; los tripulantes respiran entonces el aire a una presión muy superior a la que corresponde al nivel del mar, pero no sufren accidentes mecánicos porque la soportan tanto desde el exterior como por el interior de sus alvéolos pulmonares, de manera que se encuentran en estado de equilibrio. Entonces se abre la escotilla, los hombres salen individualmente por el tubo y ascienden poco a poco hacia la superficie, a menudo a lo largo de una cuerda conectada a un flotador. Mientras esperan su turno respiran una mezcla especial pobre en nitrógeno, contenida en tubos ya preparados para estas emergencias.

ACCIDENTES DE DESCOMPRESIÓN

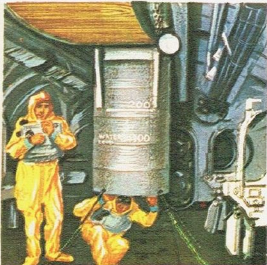
En otra nota ya nos hemos referido a la intoxicación por el oxígeno y a los accidentes nerviosos causados por el nitrógeno cuando se halla disuelto en exceso en los tejidos nerviosos. Es también sumamente importante evitar que la brusca dilatación de los gases contenidos en los alvéolos pulmonares los ataque u obture; por eso se aconseja al tripulante soplar con violencia para eliminar los gases que la elevada presión disolvió en exceso en su sangre, evitando, así, la obstrucción de los alvéolos y la formación de burbujas (aeroembolismo) en los capilares. Los primeros capilares afectados son los de los pulmones, que liberan burbujas cuando la diferencia de presión es de unos 200 gr. (equivalente a unos dos metros de profundidad). Por fortuna, el anhídrido carbónico, liberado en el interior de la sangre al disminuir la presión, desencadena un reflejo respiratorio imperioso, y el sujeto aumenta enormemente la ventilación de sus pulmones. Las cámaras de recompresión para los que han ascendido con demasiada rapidez son útiles a los buzos, pero no para los náufragos de los submarinos que, a veces, permanecen días enteros en la superficie, en espera de auxilio.

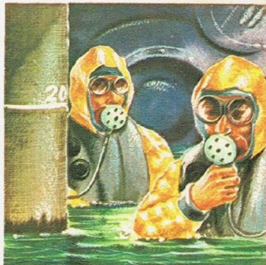
SALVAMENTO EN LA SUPERFICIE

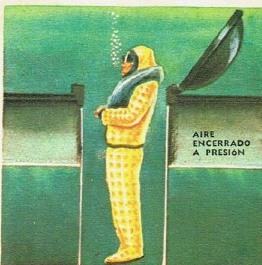
Los cuatro grandes peligros que acechan al náufrago son: el frío, la sed, el hambre, y el aislamiento. Para los tres últimos se lo provee de líquido, de alimentos y de señales luminosas. Para el primero existen varias soluciones: una de ellas, un traje que se infla con botellitas de aire comprimido y le proporciona un aislamiento térmico integral, por "colchón de aire", y una flotación cómoda; pero, al ser tan liviano, su ancla flotante no impide que el menor viento provoque una deriva veloz, que lo alejará del lugar. El modelo que ilustramos aquí combina una aislación térmica corriente con un salvavidas.

EL BATISCAFO

El principio del batiscafo, con el que se ha logrado explorar las fosas más profundas del océano, es completamente diferente al del submarino. Se trata de una estructura pesada que regula a voluntad su descenso, reemplazando por agua, más pesada, la gasolina de una reserva sometida a la misma presión que la de la profundidad correspondiente. Pero su característica esencial es que su peso reside en un depósito de granalla, cuya tapa está cerrada por un electroimán, de manera que al cortar la corriente suelta la granalla y vuelve a la superficie. En otras palabras, en el batiscafo *no se necesita energía para subir* (en el submarino es necesario expulsar el agua mediante aire comprimido), sino que es el mismo corte de corriente, el mínimo accidente posible, el que le proporciona los medios para no permanecer hundido.







La figura de la izquierda ilustra los preparativos para abandonar el submarino: se extiende el tubo de escape conectado a la escotilla. En el centro se ve cómo el agua ha penetrado ya por la escotilla, e iguala la presión interior del aire que respiran los tripulantes con la presión exterior del mar. A la derecha, un hombre escapa a través de la escotilla abierta, mientras sopla con fuerza para eliminar los gases que se liberan al disminuir la presión a medida que asciende.

LOS ÁCIDOS

Experimentalmente los ácidos se reconocen porque enrojecen la tintura de tornasol. Durante mucho tiempo se definieron como sustancias que unidas a las bases producen sales (ver página 161). Los ácidos inorgánicos se llaman también "ácidos minerales", y cuatro de ellos constituyen la columna vertebral de la industria: son el ácido nítrico, el ácido sulfúrico, el ácido clorhídrico y el ácido fosfórico. Cada uno de ellos tiene su característica distintiva: el ácido sulfúrico concentrado es tan ávido de agua que la sustrae a las sustancias orgánicas y las reduce a carbón; el ácido nítrico es ante todo un oxidante y su importancia radica en parte en su capacidad para formar explosivos; el ácido clorhídrico, cuyo nombre vulgar es ácido muriático, es barato y muy enérgico; el ácido fosfórico, débil, constituye un ingrediente esencial de los abonos y del esqueleto de los vertebrados.
Los ácidos orgánicos más importantes son el ácido acético, que se encuentra en el vinagre, y el ácido oxálico. El fenol o "ácido fénico", que no es un verdadero ácido, reacciona a veces como tal e industrialmente se lo asimila a los dos primeros.

QUÉ ES UN ÁCIDO

¿Cuál es la característica común que une bajo la denominación de "ácido" a sustancias tan diferentes como la vitamina C (ácido ascórbico) y el ácido sulfúrico? Simplemente, que todos los ácidos en solución liberan iones de hidrógeno H^+.
En otras palabras, lo que caracteriza a los ácidos es la forma en que sus moléculas se dividen cuando están en solución.
En el caso del ácido clorhídrico, cuya fórmula es HCl, la división de la molécula es obvia: el átomo de cloro se separa del de hidrógeno llevándose su electrón de modo que se forma un ión cloro negativo Cl^- y un ión de hidrógeno positivo H^+. Pero la división es similar en casos más complejos, como el del ácido nítrico NO_3H que se divide en un ión hidrógeno positivo H^+ y un radical nítrico negativo NO_3^-. Un radical químico es un grupo fun-

Los operarios que manipulan ácidos visten ropas de goma que los protegen de vapores y salpicaduras. En la ilustración los mecánicos ajustan una unión en una tubería de ácido: plásticos especiales revisten el interior de dichas tuberías.

cional que actúa como una unidad. Cuando por cualquier razón la molécula de ácido se transforma, la división suele ser similar si un ácido ataca a un metal; por ejemplo cuando el ácido nítrico ataca al plomo, el hidrógeno queda libre y se forma nitrato de plomo. La reacción podría escribirse así: $NO_3H + Pb = NO_3Pb + H$.

LOS ELECTRÓLITOS

Se llaman electrólitos los compuestos que cuando se encuentran en solución o en fusión, simultáneamente conducen la corriente eléctrica y son descompuestos por ella. Pero en este caso la corriente no es un caudal de electrones libres, sino que éstos son acarreados por los iones de los electrólitos. Son electrólitos las bases, los ácidos y las sales.

Para que una corriente eléctrica atraviese una solución se necesita introducir en ella los dos polos, que se denominan "electrodos"; el negativo se llama *cátodo* y el positivo se llama *ánodo*. Por esta razón el ión positivo que se dirige hacia el electrodo negativo o cátodo se llama *catión* y el ión negativo, atraído por el electrodo positivo o ánodo, se llama *anión*. Decimos por ejemplo que los ácidos liberan "cationes" de hidrógeno. Las bases, en cambio, liberan "aniones" OH—. Y las sales liberan a la vez aniones y cationes.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS ÁCIDOS

En primer lugar, su sabor es distintivo; una región de la lengua reacciona ante todos los ácidos de la misma manera. La mayoría de los ácidos ataca a los metales porque éstos son capaces de desalojar al hidrógeno y unirse al radical ácido. Si introducimos hierro en ácido clorhídrico se forma una sal llamada cloruro de hierro, y se desprende un gas que se demuestra fácilmente que es hidrógeno (quemándolo con oxígeno forma agua). Los ácidos se utilizan corrientemente en la preparación de grabados para imprenta; se cubren con sustancias protectoras las partes de cinc que se desea mantener en relieve y luego el ácido carcome a las restantes que quedan expuestas. Cuando un ácido es "fuerte" y se encuentra en contacto con una sal de un ácido más "débil" desaloja a éste de la sal. Como el más débil de los ácidos es el carbónico, todos los ácidos lo desalojan de sus sales, que son los carbonatos y bicarbonatos, y se observa una efervescencia de gas carbónico.

VALENCIAS DE LOS ÁCIDOS

La fórmula del ácido nítrico es NO_3H y su molécula contiene un solo átomo de hidrógeno. La fórmula del ácido sulfúrico es SO_4H_2 y su molécula contiene dos átomos de hidrógeno. La fórmula del ácido fosfórico común es PO_4H_3 y su molécula contiene tres átomos de hidrógeno. Puestos en solución, el ácido nítrico libera por cada molécula *un* catión de hidrógeno, el ácido sulfúrico *dos* cationes de hidrógeno y el ácido fosfórico *tres* cationes de hidrógeno. Se dice que el ácido nítrico es *monobásico*, el ácido sulfúrico es *bibásico* y el ácido fosfórico normal es *tribásico*.

Los ácidos que liberan por cada molécula un solo catión de hidrógeno no pueden dar más que una sola clase de compuestos: existe un solo cloruro de sodio y un solo nitrato de sodio. Los ácidos dibásicos como el ácido sulfúrico SO_4H_2 o el ácido carbónico CO_3H_2 pueden sustituir los dos átomos de hidrógeno de su molécula o solamente uno, y entonces pueden formar dos compuestos diferentes con el mismo metal. Se conocen así el sulfato y el carbonato de sodio, que contienen cada uno dos átomos de sodio por molécula y el bisulfato y el bicarbonato de sodio que contienen un átomo de sodio y un átomo de hidrógeno. En los ácidos tribásicos las combinaciones posibles son tres.

FUERZA DE LOS ÁCIDOS Y DE LOS INDICADORES

Conviene distinguir muy bien dos aspectos fundamentales. En primer lugar, la cantidad de base necesaria para neutralizar un ácido: la misma cantidad de moléculas de dos ácidos de igual valencia necesitan siempre la misma cantidad de la misma base, cualquiera sea la "fuerza" de dichos ácidos. La fuerza de un ácido consiste simplemente en la cantidad de moléculas que se disocian cuando éste se disuelve en agua. Una imagen muy sencilla de lo que ocurre es la de un salón de baile: hay parejas unidas y hay hombres y mujeres que están separados, en un ácido fuerte, como el clorhídrico prácticamente todas las moléculas están disociadas en aniones de cloro y cationes de hidrógeno. En un ácido débil como el ácido acético la mayoría de las moléculas permanecen unidas; pero debe tenerse en cuenta que los pocos iones que se habían formado se reemplazan automáticamente cuando por cualquier causa desaparecen de la solución. En resumen, la capacidad de *neutralización* del ácido acético es igual a la de un ácido fuerte, pero su *disociación* es mucho menor.

Los *indicadores* son precisamente sustancias que modifican su estructura molecular, pero no su naturaleza, según la concentración de iones positivos o negativos en una solución y que lo manifiestan por un cambio de color. Hay muchos indicadores y se los selecciona según el grado de "fuerza" de un ácido o base que se desea medir. Los más comunes son los siguientes (indicamos el cambio de color al pasar de la reacción ácida a la básica): violeta de metilo, de amarillo a azul y a violeta; timol, de rojo a amarillo y luego a azul; azul de bromofenol, de amarillo a azul; metilnaranja, de naranja a amarillo; rojo de metilo, de rojo a amarillo; fenolftaleína, de incoloro a rojo, y verde malaquita, de verde a incoloro.

APLICACIONES VARIAS

Para proteger de la oxidación a los metales más comunes suele cubrírselos con una delgada capa de cinc o de esmalte; pero este procedimiento necesita una superficie sumamente limpia. Por lo tanto, antes de protegerlo se limpia cuidadosamente el metal: este procedimiento se llama decapado y se efectúa mediante un ácido que disuelve el óxido ya formado y una capa infinitesimal del metal.

En la molécula del ácido nítrico HNO_3 entran únicamente átomos contenidos en el aire y en el agua, y todos los procesos de fabricación recurren únicamente al aire y al agua. El ácido nítrico tiene



Una molécula de ácido se disocia en solución en un ión hidrógeno y en un radical ácido.



IONIZACIÓN. En el agua las moléculas de los ácidos se disocian en iones positivos de hidrógeno y en radicales negativos.



A MENUDO LAS FRUTAS CONTIENEN ÁCIDOS ORGÁNICOS.



EN LAS MANZANAS Y PERAS VERDES SE ENCUENTRA ÁCIDO MÁLICO.


LAS UVAS CONTIENEN ÁCIDO TARTÁRICO.


LAS HOJAS DE RUIBARBO CONTIENEN ÁCIDO OXÁLICO, QUE ES VENENOSO.

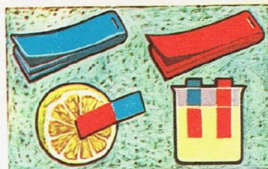

EL VINAGRE CONTIENE UN 6 % DE ÁCIDO ACÉTICO.

Los ácidos de las frutas y del vinagre son débiles y por lo general inofensivos.



TRATAMIENTO DE LAS QUEMADURAS POR ÁCIDOS

EN LOS OJOS: Enjuagar inmediatamente con mucha agua y luego con una solución de bicarbonato de sodio, que neutralizará al ácido que pueda quedar. Una gota de aceite de ricino o de oliva brindará alivio. **EN LA PIEL:** Lávese con abundante agua y luego con una solución débil de amoníaco. Cúbrase, si fuera necesario, con un antiséptico.



El tornasol es un "indicador". Cualquier solución que haga cambiar el color del papel de tornasol, del azul al rojo, contiene algún ácido. El papel de tornasol rojo no cambia si se lo sumerge en un ácido como queda ilustrado en la figura.

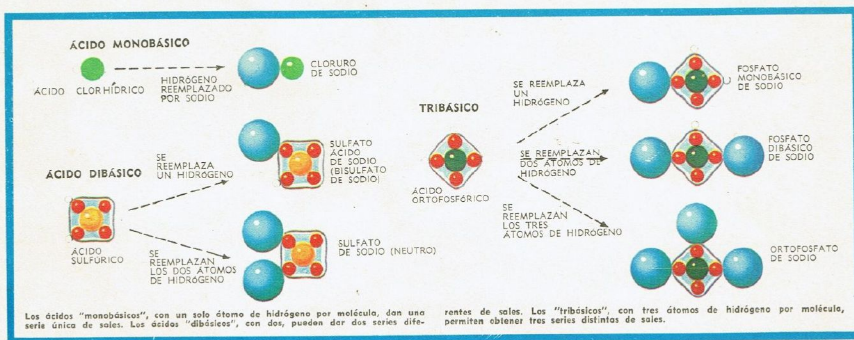


Cuando se introduce un metal, como el magnesio, en un ácido, desaloja al hidrógeno de la molécula del ácido y se forma una sal. El hidrógeno desprendido explota si se le acerca una llama, porque arde violentamente en el oxígeno atmosférico.

extensa aplicación en la fabricación de nitratos para los abonos junto con el ácido fosfórico que se extrae de los fosfatos minerales naturales. Pero también es un ingrediente esencial de la nitrocelulosa y de diversas pólvoras propulsivas o propergoles; de allí su importancia en tiempo de guerra y el interés que demuestran las potencias en tener sus propias fuentes de ácido nítrico. Es además un intermediario indispensable en la síntesis de colorantes y perfumes.

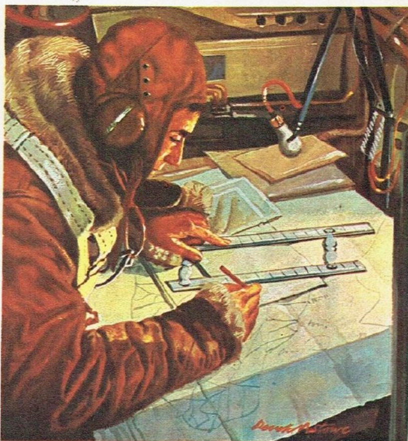
El ácido sulfúrico es sumamente enérgico y capaz además de absorber el agua resultante de otras reacciones, con lo que evita su debilitamiento por disolución. En su molécula SO_4H_2 el único elemento ajeno al agua y al aire es el azufre. Se lo prepara quemando previamente el azufre y luego transformando el anhídrido resultante en ácido mediante dos procedimientos: el de las cámaras de plomo que da el ácido común, y el de las cámaras de contacto que da una variedad sumamente concentrada.

El ácido clorhídrico es muy enérgico, aunque puede ser desalojado por otro, como el ácido sulfúrico (el ácido clorhídrico es un gas que tiende a escapar de la solución). La forma moderna de preparación es la unión directa del hidrógeno con el cloro, aunque todavía se utiliza la acción del ácido sulfúrico sobre cloruro de sodio, que libera el gas clorhídrico.
Sus usos son tan extensos y variados que los veremos progresivamente en artículos siguientes



Los ácidos "monobásicos", con un solo átomo de hidrógeno por molécula, dan una serie única de sales. Los ácidos "dibásicos", con dos, pueden dar dos series diferentes de sales. Los "tribásicos", con tres átomos de hidrógeno por molécula, permiten obtener tres series distintas de sales.

DETERMINACIÓN DE LA RUTA EN LA NAVEGACIÓN AÉREA



En la Segunda Guerra Mundial los oficiales de navegación debían a menudo utilizar métodos casi intuitivos. Hoy el curso de la nave se calcula mediante una combinación de acelerómetros, giróscopos y computadoras electrónicas, pero los principios no han variado. En los bombardeos es necesario apuntar bastante atrás del blanco para dar en éste.

Si por la ventanilla de un vagón inmóvil arrojamos una pelota a un objeto, nos basta con apuntar directamente hacia él; pero si el tren está en movimiento, su velocidad *se suma* a la que imprimimos a la pelota y ésta adquiere un curso oblicuo llamado *resultante* de ambas velocidades. Igualmente un arquero a caballo apunta un poco atrás del blanco a fin de que la flecha dé directamente en él. Hablando estrictamente, la flecha es disparada por el arco y *también* por el caballo.

MAGNITUDES ESCALARES Y VECTORIALES

Existen cantidades llamadas *escalares* que se expresan por un simple número como la longitud, la superficie o el volumen.
Existen magnitudes, llamadas *vectoriales,* en las que es además necesario indicar su dirección y su sentido dentro de esa dirección, como las fuerzas, la velocidad o la aceleración.
Para representar una magnitud vectorial se recurre a una flecha llamada *vector*: la longitud de la flecha expresa su intensidad; la recta que la contiene, su dirección, y la punta de la flecha su sentido.

SUMA DE LAS MAGNITUDES VECTORIALES

Las magnitudes escalares se suman de acuerdo a las reglas aritméticas simples: así una longitud de 6 metros añadida a otra de 15 metros totaliza 21 metros.
Pero la suma de vectores es diferente. Cuando se suman dos velocidades de distinta dirección se las representa por flechas de longitud proporcional a su importancia, que arrancan del objeto móvil; luego, por la punta de cada flecha, se traza una paralela a la otra hasta formar un paralelogramo. La diagonal del paralelogramo representará en intensidad, dirección y sentido la velocidad que realmente adquiere el objeto.
Los dos vectores o flechas iniciales se llaman *componentes;* el vector determinado por la diagonal del paralelogramo se denomina *resultante.* Claro está que pueden combinarse más de dos fuerzas, y que además de este método gráfico existen operaciones matemáticas apropiadas, que constituyen el *cálculo vectorial.*

NAVEGACIÓN AÉREA

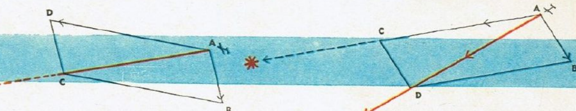
El piloto de un avión puede dirigirse hacia cierto punto, pero si el aparato recibe un viento lateral u oblicuo se desviará. En efecto, en este caso se suman dos magnitudes vectoriales: la velocidad, dirección y sentido del aparato y la velocidad, dirección y sentido del viento. El oficial de ruta debe calcular previamente qué desviación experimentaría el aparato por la influencia de los factores externos. Luego fijará un curso y una velocidad que sumados a la dirección e intensidad del viento formen la resultante deseada, es decir, una línea recta que lo lleve a la meta. En principio esto se logra construyendo un paralelogramo (véanse los esquemas) en el cual la velocidad y dirección del viento forman el lado AB de la figura y la ruta directa al aeropuerto es la línea AC. El oficial de navegación puede completar la figura y calcular la dirección y velocidad AD que sumada a la velocidad y dirección del viento producirán la resultante deseada.

DESCOMPOSICIÓN DE VECTORES

La velocidad de caída de una bola por un plano inclinado es tanto menor cuanto más horizontal es éste. El cálculo que permite determinarla es el mismo que el que aplicamos a las otras magnitudes vectoriales. Aquí hay una fuerza vertical que es el *peso* y una trayectoria forzosa oblicua que es el *plano.* El peso de la bola *se descompone* en una fuerza perpendicular a éste que aprieta a la bola contra la superficie, y otra fuerza paralela al plano que es la que le imprime la aceleración.



La resultante (color rojo) de dos fuerzas de distinta dirección que actúan sobre un objeto puede determinarse siguiendo la regla del paralelogramo. Las fuerzas se representan por flechas que nacen del cuerpo.



El avión está en A; AC es la dirección del objetivo; AD es la dirección que se imprime al aparato a fin de que la resultante lo lleve a la meta. De no hacerlo así se incurrirá en el error ilustrado en la figura siguiente.

El avión está en A; AB es la dirección del viento; AC la dirección de la meta. El viento desvía al avión, que en vez de dirigirse hacia su objetivo sigue la resultante AD (suma de vectores).

EL MUNDO DE LOS METALES

La revolución industrial del siglo pasado se resume en la asociación del hierro con la fuerza del vapor. La edad eléctrica que vivimos es inconcebible sin otro metal: el cobre. A pesar de que se introducen materiales no metálicos para usar en vehículos supersónicos (la última novedad es el basalto fundido), la importancia de los metales aumenta porque el examen microscópico de su estructura nos enseñó a mezclarlos y, con ello, a fabricar nuevas aleaciones.

QUÉ ES UN METAL

¿En qué difiere un metal del vidrio o del caucho? El vidrio es duro, pero es frágil; el caucho es resistente, pero es blando. En cambio un metal puede ser a la vez duro y resistente. Por otra parte los metales son conductores de la electricidad, aunque esta propiedad no es privativa de ellos (el carbono también la conduce).

Estas propiedades no son más que una aproximación: el mercurio, por ejemplo, es líquido a la temperatura ambiente; existen aleaciones y aún metales puros que son mediocres conductores del calor y de la electricidad, y muchos metales son blandos o son frágiles.

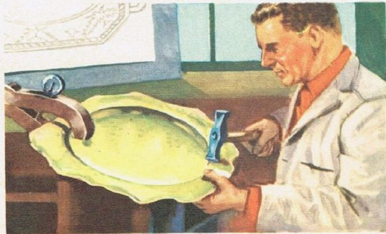
Estas propiedades individuales de los metales son una gran ventaja para la industria, que puede seleccionarlos por su liviandad o su mayor peso, por su punto de fusión más alto o más bajo, etc.

LOS METALES DESDE EL PUNTO DE VISTA ATÓMICO

En los átomos de los metales hay siempre algún *electrón libre*, o sea un electrón periférico débilmente unido al núcleo y que tiende a emigrar. Esta característica explica la mayor parte de las propiedades de los metales, y en primer lugar el hecho de que conduzcan bien la electricidad. Los átomos metálicos se disputan esos electrones vagabundos, y es esa atracción lo que los mantiene unidos: por eso los metales son duros. Pero no son frágiles, porque la atracción entre los átomos permite que se deslicen unos sobre otros. Así, los metales totalmente puros son poco tenaces; pero cuando se les introduce gases o mediante golpes se destruye su orden perfecto, la resistencia aumenta porque sus partículas no pueden ya "rodar" tan fácilmente unas sobre otras. Esta estructura íntima nos explica la función de las aleaciones: en efecto, es concebible que, al introducir otro tipo de átomo, se altere la regularidad de la estructura cristalina y la mezcla posea virtudes totalmente particulares; lo único que una aleación nunca logra es mejorar la conductibilidad eléctrica del metal puro. En el cobre, por ejemplo, basta un poco de plomo para que ese "lubricante" infiltrado permita disponer de un bronce para cojinetes de alta velocidad; si se desea fabricar conductores eléctricos pesados, se añade al cobre una pequeña porción de cadmio, que baja en un 10 % su conductibilidad pero aumenta su resistencia a la tracción; si se le incorpora un poco de fósforo se obtiene bronce fosforoso anticorrosivo, usado en



Un molde consta de dos partes que se unen antes de verter el metal fundido. Existen también moldes de arena.



Los metales que pueden transformarse en láminas delgadas son "maleables". Los que forman hilos son "dúctiles". El oro es muy maleable y dúctil, por lo que puede ser reducido a láminas o hilos extraordinariamente finos.

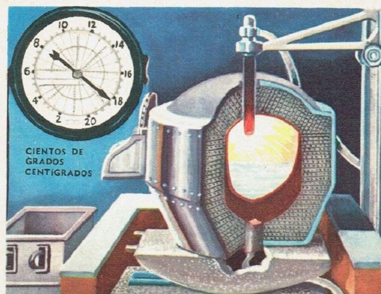


Pocos metales se encuentran puros (en "estado nativo") en la naturaleza. La mayoría de ellos se extrae de sus compuestos minerales mediante reacciones químicas: el calor y la electricidad son los medios más usados.

resortes de relojes y en contactos eléctricos; una parte de níquel con tres partes de cobre forma un bronce totalmente blanco; la aleación de aproximadamente dos partes de cobre y una de cinc es la base del latón utilizado en los envases de conservas, y así sucesivamente.

En resumen, las aleaciones se encuentran a mitad de camino entre la mezcla y la combinación, pues el metal extraño altera la distribución de los átomos y puede formar nuevas uniones sencillas. *Las propiedades de las aleaciones no son simples promedios de las de sus ingredientes.* Así, el hierro absolutamente puro es bastante blando, pero basta incorporar de 0,1 a 1 ½ % de carbono para obtener el resistente acero al carbono; más adelante aumenta la fragilidad, y al llegar al 2 ½ % obtenemos la fundición, que es dura pero quebradiza. Con la incorporación de cantidades relativamente pequeñas de níquel y cromo se obtiene el acero inoxidable, y una pequeña porción de tungsteno endurece el acero.

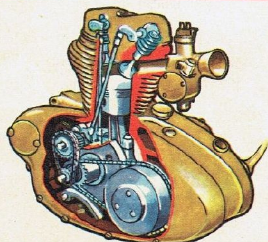
El examen microscópico nos enseña que cuanto más pequeños son los cristales que componen un metal tanto más duro es éste. De allí la utilidad del estiramiento en frío (alambre de cobre) o de ciertos tratamientos térmicos. Por ejemplo el acero al rojo se convierte en *acero templado* duro, formado por cristales pequeños, mediante el enfriamiento rápido; y por recocido, que consiste en un enfriamiento lento que da tiempo a la formación de cristales grandes, se obtiene un acero dulce.



La mayoría de los metales funde a elevadas temperaturas, como el platino de este horno de arco eléctrico, que se vuelve líquido a 1.769°C. El tungsteno, usado para filamentos de lámparas, funde a 3.380°C.

LOS METALES EN LA INDUSTRIA

Metal	Utilización
Aluminio	Se usa desde hace pocas décadas y ocupa el tercer lugar detrás del hierro y el cobre. Utensilios, aleaciones livianas para aviación, cables eléctricos de alta tensión.
Antimonio	Endurece el plomo de los tipos de imprenta; productos medicinales. Ignífugos. Se dilata al enfriar.
Arsénico	Insecticidas, productos medicinales, industria química.
Bario	Pigmentos, cristales, fuegos artificiales.
Berilio	Único metal liviano con alto punto de fusión, ventana para rayos X, industrias atómicas, aleaciones con cobre, resistentes a vibraciones externas.
Bismuto	Aleaciones de muy bajo punto de fusión (37°C); productos farmacéuticos.
Boro	Ácido bórico. Endurecimiento del acero.
Cadmio	Endurecimiento de los conductores de cobre. Aleaciones de bajo punto de fusión. Galvanoplastia.
Calcio	Materiales de construcción, sales diversas.
Cerio	Materiales refractarios livianos, semiconductores, aleaciones duras y refractarias.
Cesio	Células fotoeléctricas.
Cinc	Galvanoplastia, pilas.
Circonio	Usos atómicos, aceros, lámparas-flash.
Cobalto	Piezas de cohetes y satélites, herramientas para altas temperaturas, radioisótopos.
Cobre	Conductores eléctricos, bronces diversos.
Columbio	Sólo en laboratorio. Duro y pesado.
Cromo	Acero inoxidable, galvanoplastia.
Estaño	Envoltorios, soldaduras, bronces.
Estroncio	Fuegos artificiales, refinerías de azúcar.
Galio	Termómetros para alta temperatura (funde antes de los 35° y hierve a más de 1.900°C).
Germanio	Transistores, válvulas termoiónicas.
Hafnio	Filamentos de tungsteno.
Hierro	Acero, construcción. El metal por excelencia.
Indio	Galvanoplastia, aleaciones resistentes a los esfuerzos y la corrosión.
Litio	Aleaciones ligeras, pilas atómicas, síntesis orgánica.
Magnesio	Aleaciones ligeras, productos medicinales, síntesis orgánicas.
Manganeso	Aceros especiales (extrae el oxígeno y el azufre de la mezcla, dando un metal limpio y sólido). Usos químicos y eléctricos.
Mercurio	Termómetros, barómetros, aleaciones dentarias (amalgamas).
Molibdeno	Aceros especiales.
Níquel	Bronces blancos, monedas, revestimientos de metales.
Oro	Alhajas, monedas, espejos telescópicos.
Osmio	Metal pesado para aleaciones de la familia del platino.
Paladio	Aleaciones con el platino, aceros, catálisis química.
Plata	Espejos, alhajas, bronces.
Platino	Catálisis, contactos eléctricos, alhajas.
Plomo	Aleaciones para soldaduras, cañerías, pinturas.
Plutonio	Radiactivo, bomba atómica.
Polonio	Radiactivo, compuestos luminosos.
Potasio	Metal alcalino, fertilizantes.
Radio	Radiactivo, medicina, pinturas luminosas.
Renio	Pares termoeléctricos, sustituto del cromo en los aceros.
Rodio	Aleaciones, cátodos, pares termoeléctricos.
Rubidio	Productos medicinales.
Selenio	Células fotoeléctricas, baterías solares.
Silicio	Vidrio, aleaciones duras y refractarias.
Sodio	Jabones, sal de mesa, bicarbonato de sodio.
Talio	Compuestos químicos venenosos, insecticidas, raticidas.
Tántalo	Filamentos para lámparas, aleaciones refractarias.
Tecnecio	Primer elemento producido por el hombre.
Teluro	Semiconductores, fotopilas, aleaciones diversas.
Titanio	Pigmentos, compuestos muy refractarios, aceros especiales.
Torio	Radiactivo, aleaciones.
Tungsteno	Filamentos para lámparas, herramientas duras.
Uranio	Radiactivo, pilas atómicas.
Vanadio	Aceros especiales.

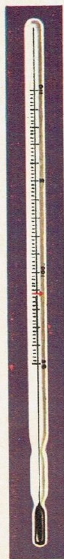


Hay 17 metales del grupo de las *Tierras raras* que son muy escasos y carecen actualmente de utilización: son el disprosio, el erbio, el escandio, el europio, el gadolinio, el holmio, el terbio, el itrio, el lantano, el lutecio, el neodimio, el praseodimio, el prometio, el rutenio, el samario, el yterbio y el tulio.

Hay además varios metales radiactivos que tampoco se utilizan y que son: el actinio, el americio, el berkelio, el californio, el curio, el francio, el neptunio y el protoactinio.

◀ Los metales son buenos conductores del calor. Las aletas de este motor a explosión, enfriado por aire, disipan el calor de la combustión.

TEMPERATURA Y TERMÓMETRO



El termómetro clínico es una forma modificada del común de mercurio. Su escala abarca unos pocos grados, correspondientes a las temperaturas extremas del cuerpo humano; tiene, sobre el bulbo, un estrangulamiento que impide que el mercurio vuelva atrás cuando se lo aparta del paciente para efectuar la lectura.

Se explicó ya que el *trabajo* consiste en vencer una resistencia a lo largo de cierta trayectoria; que la *energía* es simplemente la capacidad de producir un trabajo, y que el *calor* es una forma de energía.

La energía se *degrada* aunque se conserve. En otras palabras, se va espontáneamente del orden al desorden, pero es difícil volver del desorden al orden. Cuando arrojamos una piedra todas sus moléculas se trasladan en la misma dirección; cuando calentamos dicha piedra, también vibran sus moléculas, pero *desordenadamente*.

Fue Sadi Carnot quien demostró primero que para producir trabajo a partir del calor, se necesitan dos fuentes a temperaturas diferentes; por ejemplo, la caldera caliente y el ambiente exterior frío en la máquina de vapor; ésta *orienta* las moléculas de vapor de agua en determinada dirección. Demostró, además, que ninguna máquina es capaz de transformar todo el calor en trabajo; esta regla, primera ley de la termodinámica, se enuncia de la siguiente manera: "Es imposible construir una máquina que no haga otra cosa que enfriar un recipiente y levantar un peso".

TEMPERATURA Y CALOR

El calor es una forma de energía que se refleja, a menudo, en la temperatura de un cuerpo. Decimos *a menudo* porque existen formas de calor *latente*, como el que almacenan los explosivos, que no se manifiestan mediante un aumento de temperatura. Un ejemplo: para convertir totalmente un litro de agua a 100° C. en vapor *a la misma temperatura* se necesitan más de 500 calorías. Este *calor latente de vaporización* se restituye cuando el vapor se condensa, pero no se manifiesta por una elevación de temperatura.

Existen sustancias que almacenan mucho calor con poca elevación de temperatura, como el agua; y otras, que se calientan mucho con pequeñas cantidades de calor, como el aluminio. Se dice que el *calor específico* del agua es elevado, mientras que el del aluminio, reducido.

Es fundamental distinguir entre calor y temperatura, a pesar del innegable paralelismo entre ambos. La *cantidad de calor* encerrada por un cuerpo es la suma de la energía de todas sus moléculas, mientras que su temperatura es la energía de que dispone cada molécula. Así, un recipiente de plomo, que contiene gas enrarecido, podrá tener la misma temperatura que éste, pero la cantidad de calor que encierra cada una de las sustancias será muy diferente, porque el número de moléculas no es el mismo en ambos cuerpos.

FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA

Cuando dos cuerpos chocan, intercambian su energía. Cuando dos moléculas chocan, también intercambian su energía. Un gas caliente, encerrado en un recipiente frío, se compone de millones de moléculas que chocan contra las paredes de éste, elevando gradualmente su temperatura. Comprendemos, entonces, que los cuerpos tienden a equilibrar sus temperaturas y no sus cantidades totales de calor, ya que, al comienzo, el recipiente frío podía muy bien encerrar una suma de calor superior a la del gas caliente.

En otras palabras, es la temperatura, o energía cinética de las moléculas, la que determina en qué sentido se hará la transferencia de energía, base de todos los mecanismos modernos cuyo funcionamiento se realiza mediante el calor.

MEDICIÓN DE LAS TEMPERATURAS

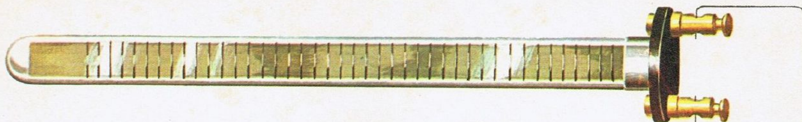
Las moléculas pueden quedar inmóviles; en ese momento, la temperatura se denomina *cero absoluto*, y no se puede concebir otra más fría: corresponde a algo más de 273° C. bajo cero. En cambio no hay un límite superior definido para la temperatura de un cuerpo.

Cuando se inventaron los termómetros estos hechos se desconocían. Por lo tanto, no se pudo crear una escala basada en cantidades de energía: en la llamada *escala centigrada* se fijaron dos extremos: la fusión del hielo (cero grado) y la ebullición del agua (100° C.). En dicha *escala*, y con un determinado termómetro, siempre se puede decir si un cuerpo está más o menos caliente que otro, pero no en qué proporción (líquidos diferentes no se dilatan del mismo modo, de manera que sólo coinciden en los puntos extremos 0 y 100, señalados cuando se construye el termómetro, pero pueden diferir en los intermedios). La escala de Farenheit, de los anglosajones, marca 32° en nuestro punto 0° C. y 212° a los 100° C.; por lo tanto, para reducir una temperatura expresada en grados Farenheit a grados centígrados, se le resta 32 y luego se la divide por 1,8. Así, 104° F. corresponden a 40° C.

TERMÓMETROS

Los termómetros comunes de mercurio consisten en un tubo con un conducto muy delgado (tubo capilar), unido a un bulbo mayor que contiene mercurio. Cuando la temperatura se eleva, el mercurio se dilata más que el vidrio, ocupa mayor volumen y asciende por el tubo capilar. El mismo principio rige para los termómetros de alcohol (coloreado), indispensables en los lugares fríos, donde el mercurio se solidificaría.

Mucho más perfecto es el termómetro de alambre de platino, metal cuya conductibilidad eléctrica aumenta a medida que la temperatura asciende. Su gran ventaja consiste en que se puede utilizar en un intervalo muy amplio, desde fríos extremos hasta más de 1.500°, y que, mediante el amperímetro, que mide la intensidad de la corriente que el alambre de platino deja pasar, se obtienen lecturas muy rápidas y exactas. Los *termistores*, introducidos hace poco en tecnología, se basan en un principio similar al del termómetro de platino, pero inverso: su conductibilidad eléctrica aumenta (en

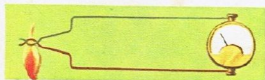


El termómetro de resistencia de platino consiste en un alambre de ese metal arrollado sobre mica y encerrado en una ampolla protectora de vidrio. Las temperaturas se conocen midiendo la resistencia eléctrica del alambre, que aumenta al elevarse la temperatura.

vez de disminuir) enormemente con la temperatura. Con ellos se obtiene, muy fácilmente, una sensibilidad de medio milésimo de grado.

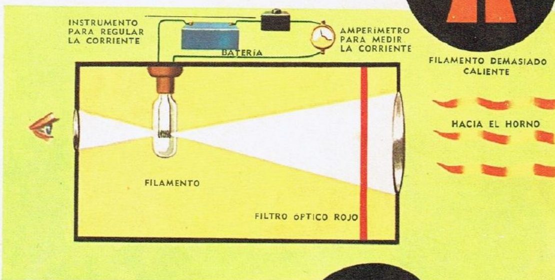
Otro tipo de termómetro utiliza el principio del par termoeléctrico: si se calienta la unión de dos metales *diferentes*, al cerrar el circuito se obtiene una corriente eléctrica medible. Los pirómetros de los hornos son, a menudo, pares termoeléctricos acoplados a un galvanómetro (instrumento para medir corrientes muy débiles).

Para temperaturas superiores a los 2.500° C. se utiliza el pirómetro óptico. Éste se basa en que el color de las sustancias al rojo varía con la temperatura: el primer color es el rojo oscuro, luego el rojo brillante, y después la luz emitida se vuelve sucesivamente anaranjada, amarilla, blanca y blanca azulada (algunas estrellas azuladas tienen una temperatura superficial de 30.000° C.). El operador observa el interior del horno a través del pirómetro, que contiene una lámpara eléctrica especial y un filtro rojo. Se aumenta la tensión de la corriente hasta que el filamento de la lámpara sea de color idéntico al del fondo del horno, es decir, que ya no pueda percibirse. En ese momento, una escala de referencia empírica nos permite conocer su temperatura.



El par termoeléctrico consiste en dos alambres de metales diferentes, unidos en dos puntos. Cuando entre ambas uniones hay una diferencia de temperatura, circula una corriente. Como la corriente es proporcional a la diferencia de temperatura, su medición puede utilizarse como termómetro.

El pirómetro óptico contiene una lámpara eléctrica especial y se basa en que los materiales cambian de color a muy altas temperaturas (rojo oscuro, rojo blanco, etc.). Se aumenta la corriente que circula por el pirómetro, hasta que el filamento caliente de la lámpara desaparezca sobre el fondo del horno, es decir, hasta que sea idéntico a él. En ese instante su temperatura puede leerse en la escala del aparato.







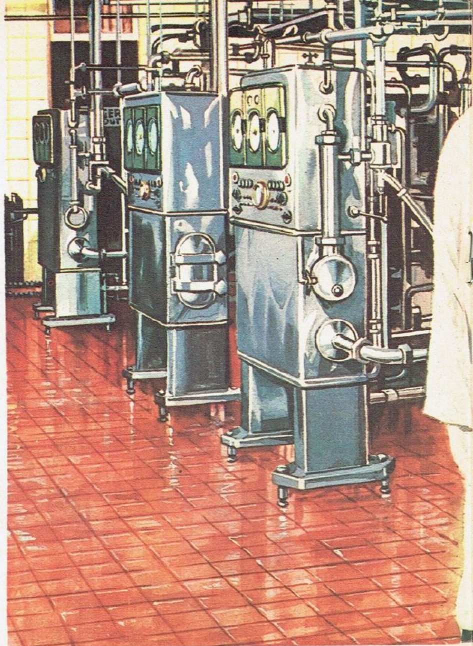
TERMÓMETROS ESPECIALES

El termómetro clínico es *de máxima*, en el que el mercurio puede subir pero no bajar espontáneamente. Para ello, entre el bulbo y el tubo hay un estrangulamiento, que corta la columna de mercurio dilatado cuando éste se enfría y vuelve a contraerse. Para retrotraer las cosas a su estado inicial se sacude el termómetro de modo que el mercurio pueda atravesar la parte estrecha.

Existen termómetros *de mínima*, que contienen alcohol y un pequeño indicador que éste moja; cuando el alcohol se retrae, por disminución de la temperatura, arrastra consigo al indicador, pero no vuelve a empujarlo cuando se dilata nuevamente. El indicador queda entonces señalando el punto más frío que marcó el termómetro. Para volver las cosas a su estado inicial se utiliza, desde el exterior, un imán que atrae un delgado alambre de hierro colocado dentro del indicador.

Los termómetros meteorológicos son la combinación de un termómetro de máxima y uno de mínima: se sabe así, sin necesidad de lecturas incesantes, cuáles han sido las temperaturas extremas en un lapso determinado.

Existen termómetros de gas, similares a los barómetros aneroides, ya explicados, en los que la dilatación del gas, encerrado en una espiral de metal, inscribe la temperatura. Por último, y para fines de protección, se fabrican pinturas que cambian de color a partir de cierta temperatura crítica; se las emplea, generalmente, sobre las cañerías que transportan vapores calientes, porque hacen ostensible a simple vista una obstrucción interior, y permiten, así, prevenir las explosiones.



PASTERIZACIÓN DE LA LECHE

Se llama pasterización a la aplicación de calor suave y controlado, durante un lapso de tiempo predeterminado, a un alimento para destruir los microorganismos dañosos y, en parte, para mejorar sus cualidades.

Para la leche, los tiempos y temperaturas empleados se basan en la resistencia térmica del *Mycrobacterium tuberculosis*, que es una de las bacterias patógenas que resisten más al calor (haciendo abstracción de los microorganismos que forman esporos). Una temperatura de 61,7° C. durante 30 minutos, o de 71,7° C. durante 15 segundos, es la que comúnmente se emplea. El calor mata la mayoría de las bacterias, pero no los esporos.

La pasterización nació de los trabajos de Luis Pasteur a partir de 1860; el gran sabio demostró que el deterioro del vino y de la cerveza podía evitarse calentando dichas bebidas a una temperatura de aproximadamente 57,2° C., durante pocos minutos. Al reducir el número de bacterias y hongos responsables de la descomposición de los alimentos, la pasterización evita enfermedades y permite conservarlos más tiempo.

EL TRATAMIENTO DE LA LECHE

La pasterización de la leche se difundió a fines del siglo pasado. Su objeto inicial era evitar que se "cortara" tan rápidamente, pero luego se descubrió que también se podían eliminar los gérmenes peligrosos modificando el tratamiento: en especial se prolongó el tiempo de exposición al calor para exterminar al bacilo de la tuberculosis, enfermedad que provocaba muchas muertes. Pero este sistema es antieconómico, porque al requerir más tiempo hay mayor cantidad de leche en tratamiento para un mismo caudal y ello hace necesaria una instalación muy voluminosa. Por esta razón se prefiere ahora mantener la leche durante sólo 15 segundos a una temperatura mayor; esto basta para matar a todos los bacilos y a la mayoría de las bacterias que la agrían.

La última fase consiste en enfriar la leche *rápidamente* a 10° C.; si este proceso fuera lento la leche tibia se convertiría en un excelente caldo de cultivo para los microbios que hubiesen sobrevivido o lograran contaminarla.

Esta forma de esterilización de la leche por el calor gana terreno en Europa; en los Estados Unidos se estudió el uso de las radiaciones, que no resultaron prácticas a causa del cambio de sabor. La esterilización propiamente dicha se propone destruir *todos los gérmenes*, y es más violenta que la pasterización. Las conservas de carne, verduras o leche enlatadas se esterilizan entre 115 y 120° C., pero el valor nutritivo y el contenido de ciertas vitaminas (B_1) disminuye apreciablemente. En la esterilización se destruyen las cuatro quintas partes de la vitamina C, mientras en la pasterización sólo se pierde una quinta parte.

Al principio, la leche se esterilizaba después de embotellada, con muy malos resultados en cuanto a su aspecto y sabor. Estudios ulteriores indicaron que la esterilización puede efectuarse en dos etapas: en la primera (1 a 20 segundos entre 130 y 145° C.) mueren todos los microorganismos, inclusive los esporos. Luego se mantiene la leche a 80° C. mientras se la embotella asépticamente con el fin de imposibilitar toda contaminación. En la segunda etapa la leche embotellada se esteriliza nuevamente a sólo 115,6° C. durante 15 minutos. Así, no se alteran el aspecto ni el sabor del producto.

LAS INSTALACIONES

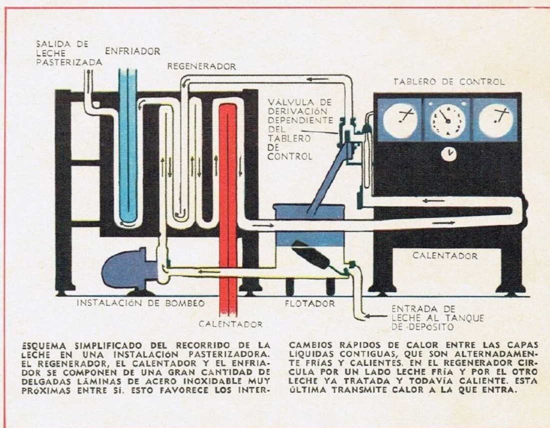
En la ilustración se puede ver cómo la leche fría que entra recibe el calor de la leche pasterizada que sale: se aprovecha así la energía calórica al mismo tiempo que se enfría el producto ya tratado. Después de

Vista interior de un moderno establecimiento, escrupulosamente limpio. El encargado observa el tablero de control.

lograr este doble resultado (precalentamiento de la leche y economía de combustible) la leche pasa a un calentador que mantiene, mediante agua caliente, una temperatura constante. A esa temperatura de 71,7° C. recorre durante 15 segundos un tubo. Luego pasa al aparato ya descrito, donde se enfría y calienta la leche que ingresa. Por último se introduce en un enfriador donde su temperatura desciende por debajo de los 10° C. Mediante dispositivos de seguridad se evita que la temperatura de pasterización sea inferior a la deseada: en tal eventualidad una válvula automática desvía la leche insuficientemente tratada y ésta vuelve al calentador. Tanto las botellas como la hoja de la que se cortan sus tapas están esterilizadas.

TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS

Actualmente la leche es "homogeneizada" en un aparato que reduce el tamaño de los glóbulos de grasa y evita así la separación prematura de la crema. Por otra parte se le adicionan vitaminas, especialmente la vitamina D, tanto a la leche homogeneizada como a la leche condensada, con el fin de evitar la aparición del raquitismo en los niños. A veces, se le añaden vitaminas A, B_1, B_2, niacina, compuestos de hierro y yodo.



ESQUEMA SIMPLIFICADO DEL RECORRIDO DE LA LECHE EN UNA INSTALACIÓN PASTERIZADORA. EL REGENERADOR, EL CALENTADOR Y EL ENFRIADOR SE COMPONEN DE UNA GRAN CANTIDAD DE DELGADAS LÁMINAS DE ACERO INOXIDABLE MUY PRÓXIMAS ENTRE SÍ. ESTO FAVORECE LOS INTERCAMBIOS RÁPIDOS DE CALOR ENTRE LAS CAPAS LÍQUIDAS CONTIGUAS, QUE SON ALTERNADAMENTE FRÍAS Y CALIENTES. EN EL REGENERADOR CIRCULA POR UN LADO LECHE FRÍA Y POR EL OTRO LECHE YA TRATADA Y TODAVÍA CALIENTE. ESTA ÚLTIMA TRANSMITE CALOR A LA QUE ENTRA.

LA DESCARGA A TIERRA

Una corriente eléctrica es un caudal de electrones que provienen de la periferia de los átomos de los conductores. La conductibilidad eléctrica de una sustancia está en relación directa con la proporción de estos *electrones libres*. Por ejemplo, en el cobre y en la plata hay muchos electrones disponibles para transportar cargas eléctricas, mientras que en el caucho no los hay. Si en un extremo de un alambre de metal hay una *presión eléctrica* mayor que en el otro, los electrones libres tienden a trasladarse y a equilibrar esa diferencia de tensión o *voltaje*, y si se cierra el circuito se obtiene un flujo constante, llamado corriente eléctrica. Los voltajes usuales son, según los países, de 110 o de 220 voltios (son mucho menores en la galvanoplastia, mayores en los ferrocarriles eléctricos y muy elevados en las líneas de alta tensión).
Una fuerza electromotriz de 220 voltios significa, simplemente, que la presión eléctrica en uno de los bornes es de 220 voltios mayor que en el otro. Si entre ambos conectamos una lámpara, la diferencia de tensión engendrará una corriente de electrones.

El conductor de color verde brinda a la corriente eléctrica un camino innocuo hacia la tierra en caso de un desperfecto en el aparato eléctrico.

EL TERCER BORNE

¿Por qué, si los polos son sólo dos, en ciertos países los artefactos eléctricos portátiles suelen tener tres bornes? El tercer borne y el tercer cable no conducen corriente alguna, cuando el funcionamiento es normal; uno de los extremos está en contacto con la caja metálica del aparato, y el otro, en algún lugar de la instalación eléctrica de la casa, se conecta con un cuerpo conductor que puede llevar la corriente a la tierra. En síntesis, el tercer borne conecta el cuerpo del aparato con la tierra.
Si por algún accidente o deficiencia de aislación uno de los cables que transportan corriente entrara en contacto con la cubierta metálica del artefacto portátil, la electricidad pasaría a ésta. Si no existiera el tercer cable, el único camino para llegar a tierra sería el cuerpo humano que, en condiciones favorables, es bastante buen conductor de la electricidad. Muchos accidentes mortales se deben a la falta de descarga a tierra, independiente. Cuando existe el tercer borne se le ofrecen a la corriente dos caminos: el cuerpo de la persona que sostiene el aparato, y el alambre de cobre. Naturalmente, la corriente opta por este último, que representa el camino más fácil, y por él circula sin peligro hacia tierra.
Se dice que la tierra tiene *potencial cero*. La corriente tiende a volver a ella pues uno de los cables del generador está conectado al suelo de manera que uno de los hilos del circuito está siempre a la misma tensión eléctrica de la tierra.

La descarga a tierra, de color verde, toma contacto con una pieza de metal unida a la caja metálica del aparato eléctrico.

EL PARARRAYOS

Las corrientes atmosféricas ascendentes, especialmente en días de gran calor, engendran, mediante fenómenos muy complejos, elevadas diferencias de potencial entre la superficie de la tierra y las capas más altas. Al formarse gotitas ionizadas, o sea cargadas eléctricamente en las nubes de tormenta, la descarga a tierra es a la vez posible y peligrosa. La cantidad anual de tormentas eléctricas es de aproximadamente 16 millones, lo que significa unas 1.800 tormentas en actividad a cada instante, si suponemos que en promedio duran una hora.
El pararrayos es el conductor a tierra, el "tercer borne" de la descarga atmosférica. Se basa en el principio de que los *iones tienden a orientarse hacia las puntas metálicas* y de que *los rayos tienden a golpear los objetos más altos dentro de su radio de acción*. Se calcula que el área de efectividad de un pararrayos es un cono cuyo radio equivale al doble de su altitud. La vara visible del pararrayos se conecta a un grueso conductor destinado a encaminar sin daño la electricidad hacia tierra.

PRADERAS OCEÁNICAS

El agua cubre las tres cuartas partes de la superficie del globo y está íntegramente poblada.

Las tierras emergidas, en cambio, son en parte desérticas (aproximadamente 20 %) y, además, carecen de la dimensión de profundidades habitables como los océanos.

CIRCUITO ALIMENTICIO DEL MAR

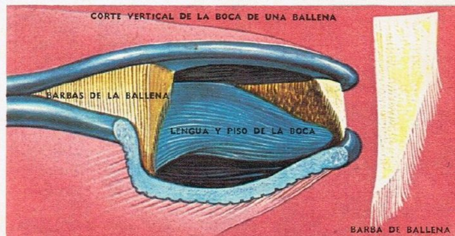
La cadena de transformaciones de la energía solar es idéntica en los océanos y en la tierra.

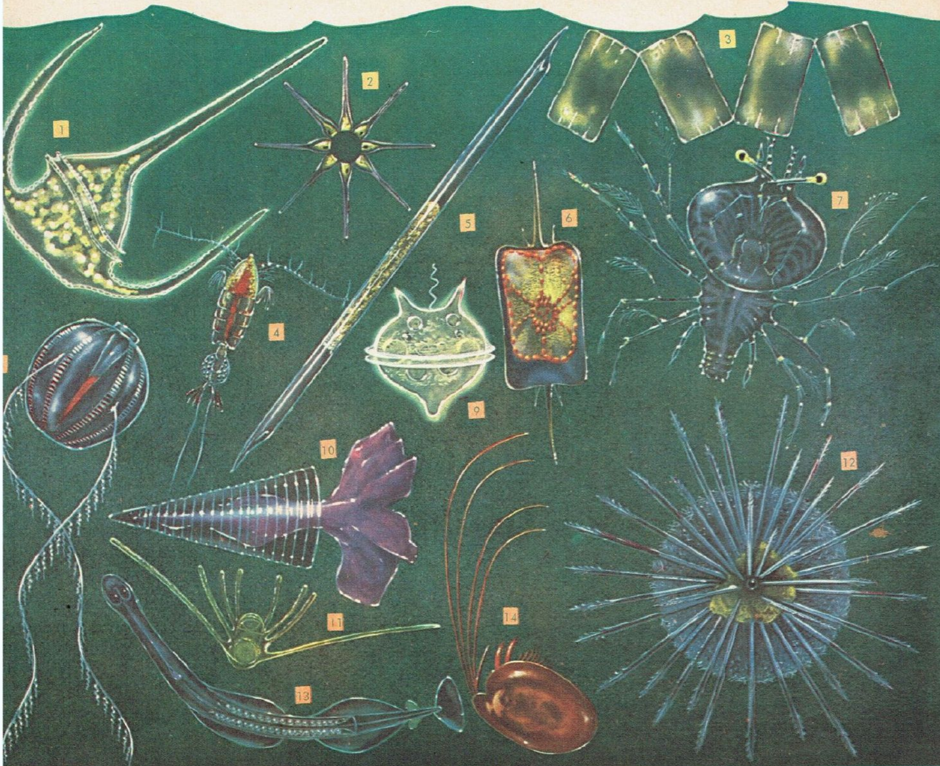
Los seres vivos, que asimilan químicamente la luz del sol, son vegetales y, los que consumen los productos de la síntesis vegetal, animales. Pero la luz sólo llega en forma útil a unas decenas de metros de profundidad y de allí en adelante no hay vegetales sino animales que se devoran entre sí, desde el más pequeño hasta el más grande, desde los protozoarios que habitan en el mismo plancton de la superficie, hasta enormes ballenas —como la ballena azul de 30 metros de largo que es el mayor vertebrado de todos los tiempos, incluyendo a los mismos dinousarios—. En síntesis, todos los animales se nutren —directa o indirectamente— de sustancias complejas elaboradas por los vegetales que sólo pueden encontrarse hasta unas decenas de metros bajo la superficie del mar. A partir de cierta profundidad, toda la fauna de alta mar es carnívora: los peces de las profundidades vienen devorándose los unos a los otros. Según los estudios recientes sólo el 10 % de la fauna marina vive directamente de los vegetales y en la práctica todos los peces con los que nos alimentamos son carnívoros.

Pero los vegetales necesitan, además de la luz solar, ciertas sales y productos solubles que vuelven a la superficie arrastrados por corrientes ascendentes. De este modo se completa el circuito entre el plancton y los fondos abisales. Las bacterias de las profundidades convierten a los cadáveres, que descienden lentamente, en verdaderos "fertilizantes" solubles, que luego vuelven a la superficie.

Conviene dominar bien algunos términos: los seres que viven exclusivamente en el seno de los mares son *pelágicos*: los que pertenecen a las costas su-

La ballena azul, el mayor de los vertebrados que haya existido jamás (incluyendo a los grandes dinosaurios), posee unas "barbas" o láminas córneas que nacen en sus encías. Al abrirla, la boca se llena de agua; al cerrarla se levantan el piso de la boca y la lengua para expulsarla. Las barbas retienen diminutos organismos, que sirven de alimento al cetáceo.





mergidas se llaman *bénticos*; y los que se encuentran en los fondos profundos del océano se denominan *abisales*.

EL PLANCTON BAJO EL MICROSCOPIO

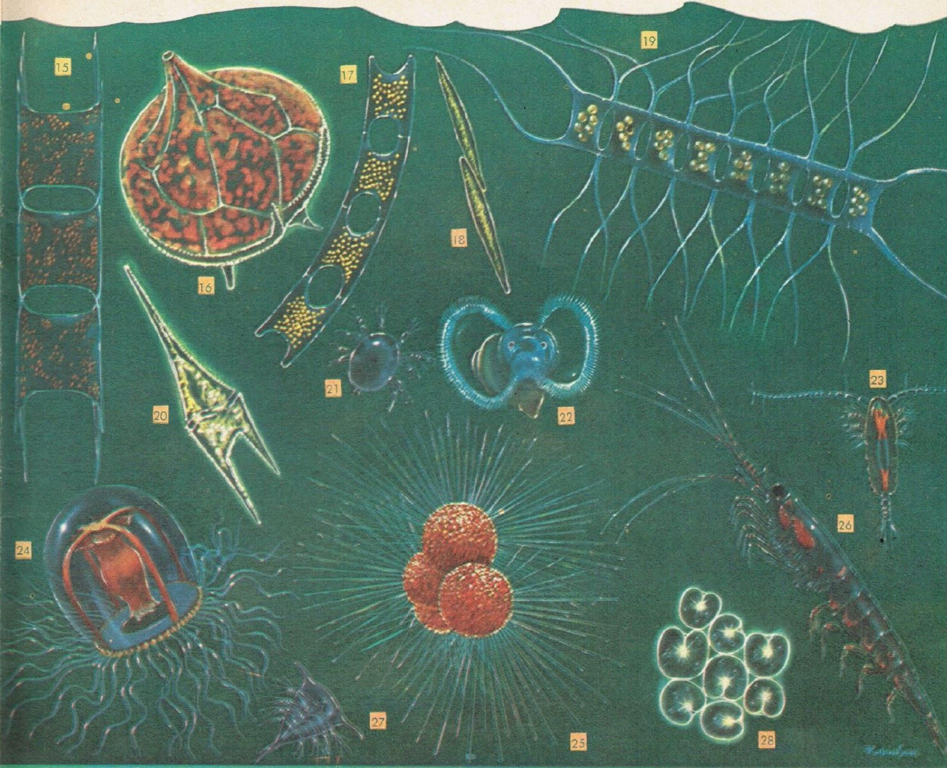
Aunque el plancton merece el nombre de *pradera del mar*; no es exclusivamente vegetal: animales muy pequeños viven en su seno, alimentándose de vegetales microscópicos. Por eso se distingue un *fitoplancton* y un *zooplanctón*. Tampoco es estrictamente superficial; forma como una nube de polvo que llega hasta cierta profundidad, según la intensidad de la luz solar. No todas las plantas superficiales son microscópicas; existen también grandes algas, pero constituyen una excepción.

El elemento más importante del plancton vegetal son las *diatomeas*, seres unicelulares microscópicos que elaboran un esqueleto de sílice cristalino, puro, de líneas tan delicadas que, precisamente por eso, se lo usa para estimar la calidad de los microscopios. Existen además unos *flagelados* —se mueven mediante las ondulaciones de su latiguillo— que poseen clorofila y, por lo tanto, asimilan energía solar, como las noctilucas, conocidas por su fosforescencia especialmente visible de noche. El 90 % de toda la elaboración por fotosíntesis de sustancias alimenticias del globo se lleva a cabo en los océanos: una hectárea de mar produce más vegetación que una de selva tropical. Entre los elementos del zooplancton están los microscópicos foraminíferos de caparazón calizo, que en épocas pasadas formaron enormes sedimentos, y las larvas de ostra (con un rotor semejante al del helicóptero), de erizo de mar, de estrella de mar y de langosta marina, cuyo tamaño no pasa de un punto de esta página; entre las larvas de peces, sumamente pequeñas, podemos citar a las de la anguila, migratoria, y la del lenguado, uno de cuyos ojos se traslada luego a la cara opuesta porque la forma adulta vive recostada en el fondo del mar. Pero el elemento más importante del zooplancton es un pequeño crustáceo de la clase de los copépodos, alimento inmediato de muchos peces de gran importancia industrial, como el arenque.

Como la vida en el océano depende, en última instancia, de la radiación solar, se observan variaciones y migraciones de acuerdo a la época del año, tal como ocurre en las tierras emergidas.

RIQUEZA DEL MAR

Se estima que la cantidad de pesca desembarcada aumentó en un 50 % en los últimos 20 años y se acerca ahora a los 40 millones de toneladas anuales. En ciertos países como Perú el incremento ha sido enorme. Los cardúmenes se ubican con eco y radar, y los japoneses —que ocupan, en pesca, el primer lugar en el mundo— emplean redes inmensas (la



introducción del nilón aumentó el rendimiento en un 50 %). Hay, con todo, problemas serios que exigen investigación científica y cooperación internacional. El principal es el del deterioro veloz del pescado por las bacterias y se procura solucionarlo mediante la congelación y la elaboración de conservas. También existen los peligros de la radiactividad, de la contaminación de la superficie del mar por el petróleo, etc. Además, algunas especies fueron cazadas en exceso y se están agotando; en ciertas regiones ya se aplican reglamentos para evitar la pesca de ejemplares no desarrollados.

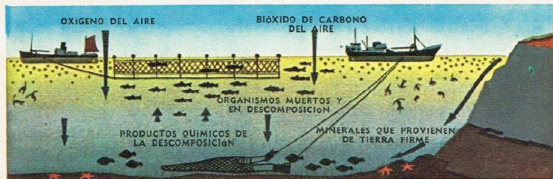
El 80 % del consumo mundial de alimentos se cubre con cultivos terrestres y, a pesar del hambre crónica de continentes enteros, sólo se emplea el 0,02 % del alimento producido en el globo. El pescado es un alimento ignorado, habitual sólo en pocos países. Por otra parte, un kilo de peces equivale a 25 ó 30 kg. de algas húmedas; en cuanto a la ballena, consume una gran proporción de las grasas que extrae de los crustáceos del plancton y se piensa actualmente "cosechar" aceite de ballena directamente de éste en vez de extraerlo del cetáceo.

DE LA CAZA AL CULTIVO

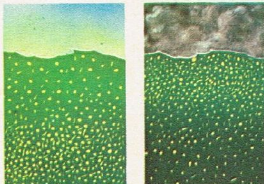
Se procura ahora pasar de la simple captura de ejemplares al cultivo racional, pues los peces carnívoros (que son la mayoría) representan una gran pérdida de alimento aprovechable. Se instalan ya *granjas piscícolas* en el sudeste de Asia y en África. Claro está que se limitan a la cría de peces herbívoros, a los que se alimenta con un alga que se reproduce muy fácilmente, la *clorela*. En síntesis, por la captación de la energía solar mediante vegetales acuáticos, o investigando en detalle el secreto de la fotosíntesis —tarea ya muy adelantada— se espera solucionar el angustioso problema de la alimentación de la humanidad.

EN LA ILUSTRACIÓN:

Diatomeas (vegetales): (2) Asterionella; (3) Grammatophora; (5) Rhizosolenia; (6) Ditylium; (15) Biddulphia; (17) Eucampia; (18) Feodactilum o Nitzchia; (19) Quetócero. *Flagelados* (protozoarios con clorofila): (1) Ceratium Tripos; (9) Peridinium granii; (16) Peridinium Depressum; (20) Ceratium forca; (28) grupo de Noctilucas. *Protozoarios* (animales): (12) Aulacantha; (25) Globigerina. *Crustáceos*: (4) Euchæta, copépodo; (7) Larva de Polinuro; (14) Cypridina; (21) Larva de copépodo o nauplius, elemento importante del zooplancton; (23) Calanus finmarchicus; (26) Meganyctiphanes norvegica; (27) Larva o nauplius de Balanus. *Caracoles de mar*: (10) Clio; (22) Larva de Rissoa; (8) Colonias gelatinosas, Pleurobrachia; (11) Larva de estrella de mar, Ofiopluteus; (13) Un gusano marino; (24) Medusa Turritopsis.



Los gases de la atmósfera penetran incesantemente en el mar y los ríos, y la descomposición de los cadáveres aporta los otros materiales necesarios. La energía proviene del sol. Si las plantas microscópicas se multiplican, también lo hacen los animálculos que viven a sus expensas y a su vez son presa de otros mayores.



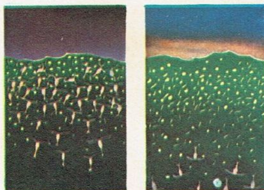
La fabricación de alimentos por una planta verde, mediante el concurso de la luz solar, se llama **fotosíntesis.** En el océano no hay vegetales a partir de cierta profundidad, por falta de luz suficiente. En un día soleado la región de máxima fotosíntesis está algo por debajo de la superficie, pues la fotosíntesis se retarda si la iluminación es excesiva (izquierda). En un día nublado, en cambio, se verifica en la superficie.

ECONOMÍA DEL MAR

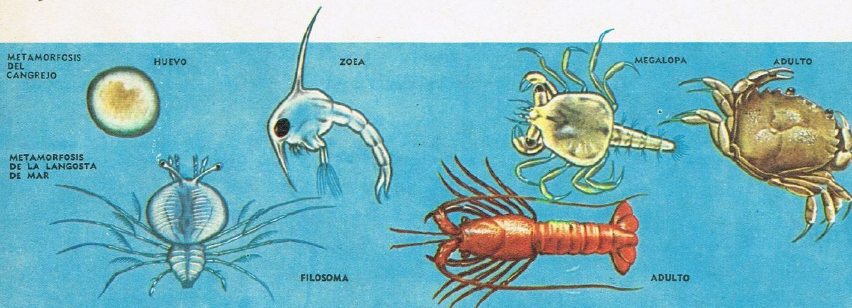
Las minúsculas plantas superficiales utilizan las sustancias disueltas en el mar para elaborar alimentos. Luego las devoran unos animálculos que a su vez son presa de otros mayores y así sucesivamente. ¿Cómo esas sustancias químicas no se agotan totalmente? En primer lugar, la planta precisa luz, bióxido de carbono y agua. Con ellos fabrica polisacáridos (almidón, celulosa). La provisión de bióxido de carbono es continua, pues el que existe en la atmósfera se disuelve incesantemente en el mar. Los vegetales necesitan además minúsculas cantidades de sales minerales y otras sustancias químicas complejas, que les llegan en parte por los ríos; el Mississippi acarrea anualmente por sí solo más de 500.000.000 de toneladas de materiales diversos. Pero las corrientes ascendentes son importantes: las bacterias del fondo descomponen los cadáveres que caen lentamente y restituyen "fertilizantes solubles" a la superficie.

Los animales marinos respiran el oxígeno del aire que se disuelve en el agua y el que liberan los vegetales del plancton como subproducto de su actividad química.

Las estaciones también influyen en el mar: la densidad del plancton varía considerablemente durante el año. Importan los cambios de temperatura, la salinidad, la cantidad de luz (que varía apreciablemente según la latitud y época del año), los alimentos disponibles y las épocas de reproducción. El zooplancton (animal) depende del fitoplancton (vegetal) para su subsistencia, de modo que sigue estrechamente sus distintas variaciones o cambios.



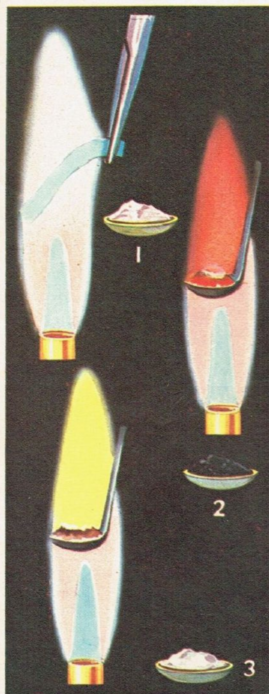
Muchos animales del plancton suben a la superficie por la noche (izquierda) y se hunden o nadan hacia las profundidades durante el día (derecha). Al anochecer suben a medida que el sol baja y al día siguiente, cuando la luz penetra cada vez más hondo, descienden en busca de su iluminación óptima.



CICLOS VITALES QUE SE DESARROLLAN EN EL PLANCTON

La metamorfosis es casi habitual en los invertebrados. En el mar hay millones de animales con caparazones duros (exoesqueletos), como los crustáceos (cangrejos, langostas, langostinos, camarones y copépodos). Casi todos ellos sufren varias transformaciones antes de llegar a la etapa adulta. Las estrellas de mar, muchos peces y moluscos tienen formas jóvenes que viven en el plancton. Algunos crustáceos pasan hasta por diez etapas diferentes. El cangrejo común carcinus maenas) sale del huevo como una larva transparente con largas espinas en su enorme cabeza, llamada "zoea" y luego se convierte en otra larva más semejante a un cangrejo, llamada "megalopa", de la cual sale la forma adulta. Solamente las larvas pertenecen al plancton. La langosta de mar, de duro caparazón, es al comienzo una delicada y transparente larva de largas patas como las de una araña, llamada "filosoma". Luego abandona el plancton y el individuo adulto, con su forma definitiva, vive en el fondo.

COMBINACIÓN QUÍMICA



Ciertos metales, como el magnesio (1), las limaduras de hierro (2) y el sodio (3) arden en el aire. Al combinarse con el oxígeno forman polvos llamados óxidos.

En artículos anteriores se explicó la diferencia entre *mezcla* y *combinación*. En esta última los átomos se unen en proporciones bien definidas y forman una sustancia nueva, cuyas propiedades son diferentes de las de los elementos que la constituyen. Así, el cloruro de sodio o sal común se presenta y reacciona en forma totalmente distinta al cloro (gas irritante) y al sodio (metal cáustico) que son sus componentes.

El ejemplo más común de reacción química es la combustión de las sustancias: cuando un trozo de carbón arde en el aire, cada átomo del carbono que lo forma se combina con dos átomos de oxígeno. Técnicamente se dice que el carbono se oxida, y que la combustión es una forma particular de oxidación. La combinación resultante es bióxido de carbono, gas incoloro muy diferente del carbono y del oxígeno que lo produjeron.

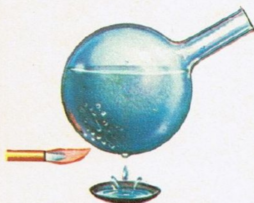
Las limaduras de hierro, el sodio, las cintas de magnesio y el cobre pulverizado arden en el oxígeno puro; también toman lentamente el oxígeno del aire, más diluido, para convertirse en óxidos. En ambos casos el mecanismo de la reacción es el mismo. Recuérdese que los óxidos pesan más que el metal antes de quemarse debido a la masa adicional de oxígeno que se incorporó a la combinación.

Del mismo modo, el hidrógeno, el azufre o el fósforo, que no son metales, se combinan con el oxígeno para dar óxidos.

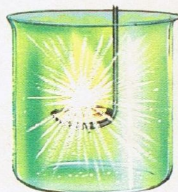
El oxígeno que respiramos se utiliza en las combustiones internas que mantienen nuestra temperatura y liberan energía. El proceso tiene lugar en el seno mismo de los tejidos, donde se desprende anhídrido carbónico (y también agua) que se exhala por los pulmones.

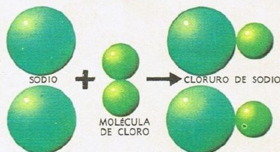
Los huevos contienen azufre, y si para comerlos se emplean utensilios de plata se forma sulfuro de plata negro. Si se acerca una llama a una mezcla de hidrógeno y oxígeno, estos gases se combinan para formar agua, con gran desprendimiento de calor, causante de la explosión que se observa; si la combinación se regula adecuadamente se obtiene la denominada *llama oxhídrica*.

Las combinaciones químicas dependen de la temperatura. Si ésta es relativamente baja, el carbón arde formando anhídrido carbónico CO_2; pero en el interior de un brasero, si la temperatura es suficientemente alta el equilibrio se desplaza hacia la formación del venenoso óxido de carbono, de fórmula CO, responsable de tantas muertes por asfixia (dicho monóxido de carbono se combina con la hemoglobina



Un chorro de hidrógeno puro arde en el aire. Se forma agua, que es óxido de hidrógeno. El vapor de agua se condensa al tomar contacto con la superficie fría del matraz y cae en pequeñas gotas que pueden recogerse.





El sodio, tan cáustico que no podemos siquiera tocarlo, arde espontáneamente en el seno del venenoso gas cloro, para formar la inofensiva sal común.



El peso de una molécula de óxido de magnesio es el de un átomo de magnesio más uno de oxígeno.





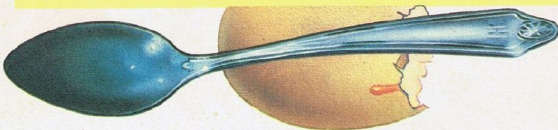
de la sangre de modo que el sujeto no puede ya incorporar oxígeno). En el aire se mezclan sin combinarse el oxígeno y el nitrógeno; pero a la temperatura de la chispa —un relámpago o el procedimiento Birkeland para fabricación del ácido nítrico— se combinan inmediatamente. Los nitratos indispensables para la vegetación tienen principio en los relámpagos y llegan a las plantas por medio de la lluvia (también existen bacterias nitrificantes que se alojan en las raíces).

La actividad química de los elementos depende asimismo de su naturaleza. Los hay más *fuertes,* que desalojan a los más *débiles* de sus combinaciones. Pero existen también afinidades específicas entre determinados elementos. La escala de energía química de los metales, del más enérgico al más inerte, es la siguiente: 1, litio; 2, potasio; 3, calcio; 4, sodio; 5, magnesio; 6, aluminio; 7. manganeso; 8, cinc; 9, cromo; 10, hierro; 11, cadmio; 12, cobalto; 13, níquel; 14, estaño; 15, plomo; 16, bismuto; 17, cobre; 18, plata; 19, mercurio y 20, platino y oro. Los últimos números de la serie se encuentran a menudo en estado puro o *nativo* en la naturaleza, y se denominan *nobles* porque son reacios a entrar en combinación. Los seis primeros, ávidos de oxígeno, son más enérgicos que el hidrógeno y tienden, por lo tanto, a descomponer rápidamente el agua, si las condiciones son adecuadas. En otras palabras, desalojan al hidrógeno de la molécula de agua.

Durante una tormenta, la alta temperatura del rayo hace que el nitrógeno y el oxígeno se combinen químicamente para formar óxido nítrico, que al enfriarse reacciona con más oxígeno para formar un gas llamado dióxido de nitrógeno. Este gas se disuelve en la lluvia y con más oxígeno forma ácido nítrico diluido.

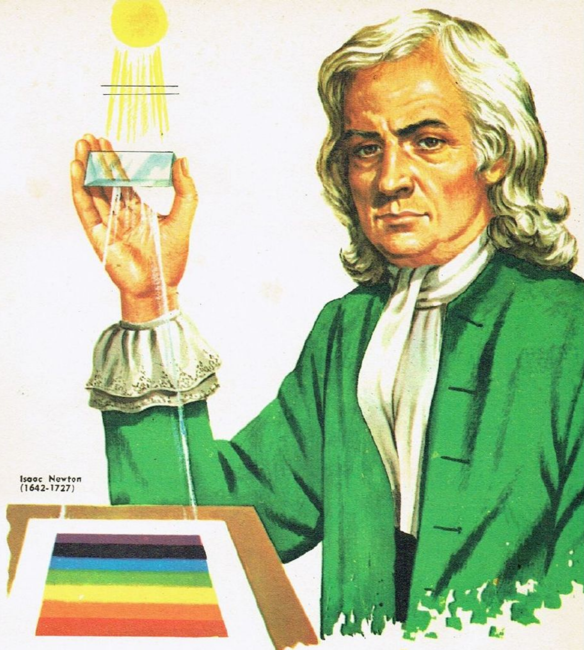


Se introduce una cinta de magnesio en un frasco de oxígeno puro y se acerca una llama. Arde con luz enceguecedora y forma una ceniza blanca de óxido de magnesio.



Si se usa una cucharita de plata para comer un huevo y luego no se lava, se ennegrece porque la plata se combina con el azufre del huevo para formar sulfuro de plata negro.

EL DISCO DE NEWTON



Isaac Newton (1642-1727)

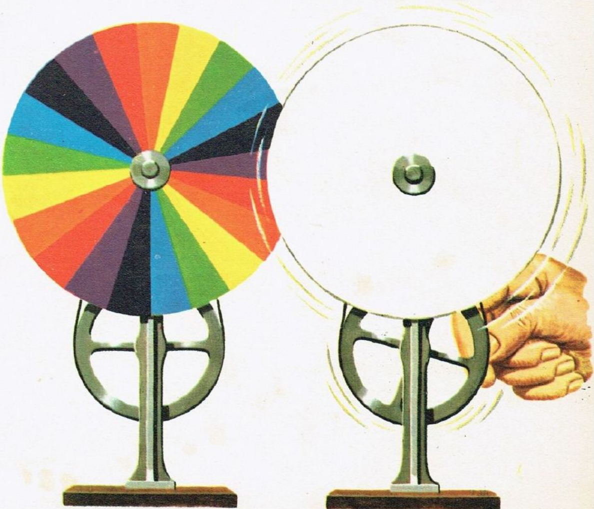
La luz blanca pasa por una ranura; al atravesar un prisma, se descompone en sus colores elementales.

Kepler *describió* la armonía de los movimientos de los planetas. Newton, que probablemente nunca leyó sus obras, creó la mecánica celeste, es decir, que *explicó* el movimiento de los astros y, simultáneamente, las mareas, la caída, etc. El gran matemático Lagrange dijo: "Hay sólo una ley del universo, y fue Newton quien la descubrió." En la obra de Newton, jamás igualada por sabio alguno, culminan milenios de esfuerzos de las mentes más ilustres. Su publicación constituye uno de los acontecimientos más notables, no sólo de la historia de la ciencia, sino de toda la historia humana. Seguimos encarando como Newton la mecánica celeste (las modificaciones introducidas por Einstein sólo se refieren a factores mínimos, dentro de los márgenes de error previstos). Al mismo tiempo que Leibniz, pero independientemente de él, Newton inventó el cálculo diferencial e integral y desarrolló diversas teorías matemáticas. Fue también él quien construyó el primer telescopio a reflexión e inició el estudio experimental de la composición de la luz, fuente de toda la espectroscopia moderna, rama absolutamente indispensable de los estudios físicos y químicos actuales.

En esta nota veremos solamente cómo Newton explicó que la luz que consideramos blanca es, en realidad, una luz compuesta de varios colores. En primer lugar, descompuso la luz solar: alrededor de 1666, mediante un prisma triangular de cristal atravesado por un haz luminoso, obtuvo lo que hoy llamamos un *espectro*, debido al diferente índice de refracción o desviación de cada uno de los colores que componen la luz blanca. Es éste el experimento que se representa, en forma simplificada, en la ilustración superior. La división de un rayo de luz en sus componentes, debido a su diferente refracción, se denomina *dispersión de la luz*. El arco iris se basa en ella; las diminutas gotas de agua actúan como prismas, pero, a veces, el fenómeno natural es bastante más complicado que la experiencia que explicamos, porque intervienen además una o dos reflexiones.

Faltaba luego recomponer la luz blanca mediante la suma de los colores. Esto se consigue mediante un aparato denominado *disco de Newton*, que se ve en la ilustración inferior. Este disco, pintado con los mismos colores que componen el espectro de la luz blanca, adquiere, si gira muy rápidamente y recibe una iluminación intensa, un color uniformemente blanco. A medida que aumenta la velocidad del disco se van "sumando" los colores, el matiz general se hace grisáceo y, por último, sólo se observa un círculo uniforme de color blancuzco.

Estos dos experimentos completan, así, la descomposición y la recomposición de la luz blanca, en sus colores fundamentales.



CONQUISTA DE LA ENERGÍA

El dominio del hombre sobre la materia creció en proporción directa con el control que adquiría sobre la energía. El proceso fue larguísimo. Durante siglos y siglos la humanidad sólo dispuso de la energía muscular, primero la suya propia y luego la de los animales domésticos. Llegó a depender en tal forma de su ganado que cuando éste era muy especializado y el clima lo obligaba a emigrar, el hombre iba tras él; al final de la edad glacial, cuando el reno siguió los hielos en su retroceso, el hombre marchó a su zaga. Lo mismo ocurrió con el camello. Cuando la actividad era medianamente inteligente, la ejecutaban casi exclusivamente los hombres: la pirámide de Keops se edificó en base a la técnica de las multitudes y costó, probablemente, cien mil vidas. Desde hace casi dos siglos, el hombre aprendió a disponer de cantidades abundantes de energía, e inició una era industrial muy diferente a las otras épocas históricas. He aquí la lista de los pasos más importantes hacia el dominio de la energía:

4000 a. C. (aprox.): El hombre domestica al caballo.

3500 a. C. (aprox.): Primeros vehículos con ruedas, en Mesopotamia.

3000 a. C. (aprox.): Arado liviano para trabajo continuo.

27 a. C. (aprox.): Vitrubio describe molinos de agua, ruedas a vapor y algunas máquinas.

900 (aprox.): Los persas utilizan molinos de viento.

1638: Galileo publica sus estudios sobre el péndulo y los proyectiles.

1686: Newton publica sus "Principia", en los que formula las leyes de la mecánica celeste.

1693: Leibniz establece la ley de conservación y transformación de la energía cinética en energía potencial y viceversa.

1775: Máquina de vapor de Watt.

1777: Lavoisier atribuye la energía animal a procesos químicos y compara la respiración con una combustión lenta.

1824: Carnot funda la termodinámica.

1831: Faraday descubre la inducción electromagnética.

1843/50: Joule determina el equivalente mecánico del calor.

1847: Helmholtz incluye el calor en la ley de conservación de la energía.

1850 a 1854: Kelvin y Clausius formulan la primera y segunda ley de la termodinámica y descubren la entropía.

1860/61: Maxwell y Boltzmann calculan la distribución estadística de la energía en los conjuntos de moléculas.

1866: Primer cable eléctrico submarino a través del Atlántico.

1876: Otto construye el primer motor de combustión interna a base de petróleo.

1879/80: Lámpara eléctrica de filamento carbónico de Edison y Swan.

1884: Turbina de vapor de Parsons.

1896: Becquerel descubre la radiactividad.

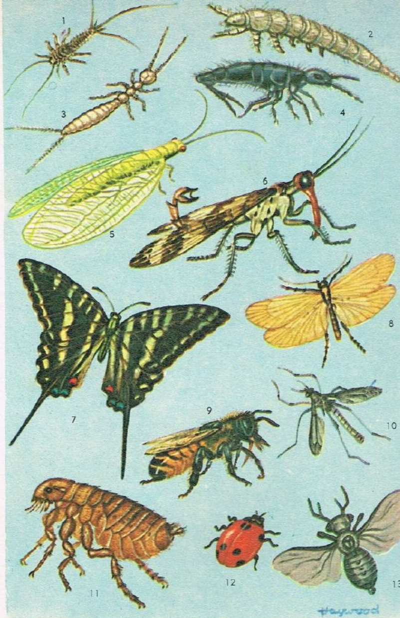
1905: Einstein asimila la masa a la energía en una célebre ecuación que luego permitirá la transmutación de una en otra.

1932: Chadwick descubre el neutrón, la partícula más eficaz para el bombardeo de núcleos atómicos.

1945: Primera reacción de fisión nuclear, con uranio (punto de partida de las centrales electroatómicas y de la propulsión atómica).

1951: Primera reacción de fusión nuclear, con hidrógeno pesado (reacciones termonucleares).

1956: Primera turbina atómica, en Calder Hall (Gran Bretaña).



TAXONOMÍA

LOS INSECTOS (1a. parte)

ESPECIES SIN ALAS O CON METAMORFOSIS COMPLETA

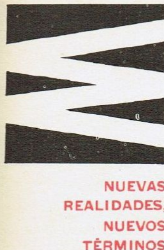
La clase de los **insectos** es la más numerosa del reino animal: se han clasificado unas 500.000 especies, y se considera posible la existencia de otros 3 millones. Se los llama también hexápodos porque todos tienen seis patas. El cuerpo del adulto comprende tres regiones: **cabeza, tórax** y **abdomen.** La cabeza tiene ojos, antenas y boca; el tórax, tres pares de patas y, generalmente, dos pares de alas; en el abdomen sólo hay delgadas cerdas. Excepto en algunas larvas acuáticas, que poseen branquias, los insectos respiran mediante tráqueas o tubos por los que la atmósfera penetra al interior de su cuerpo.

Se comprende que una clase tan numerosa y variable se puede clasificar de diferentes maneras. Imms reconoció veintinueve órdenes de insectos. De éstos, sólo cuatro se agrupan en la subclase de los **apterigotos** que carecen de alas y cuyos antepasados nunca las tuvieron; los otros veinticinco órdenes son **pterigotos**, es decir, que poseen alas, o provienen de antepasados que las tuvieron.

Los **apterigotos** son diminutos animales que viven, principalmente, entre las plantas en descomposición. Comprenden el orden de los tisanuros, que se encuentran bajo las piedras o en los hormigueros (**lispismas,** 1); de los dipluros (**acerentomon,** 2 y **campodea,** 3) que viven en la tierra; y el orden de los colémbolos, que saltan a menudo sobre el agua, que no los moja (**axelsonia**, 4). Para comprender mejor los nombres de los insectos, recordemos que **podos** significa "pata"; **ptero**, "ala"; **genos,** "origen", y **metábolos**, "transformación".

La subclase de los **pterigotos,** que poseen alas o que provienen de antepasados que las tuvieron (muchos parásitos las pierden), comprende los veinticinco órdenes restantes, y se divide en dos grupos principales: **holometábolos,** que no sufren metamorfosis, y **hemimetábolos,** que la sufren.

Holometábolos. El orden de los neurópteros comprende insectos de alas membranosas, finamente reticulados, como las libélulas (**chrysopa,** 5). El orden de los mecópteros incluye especies características, como la mosca escorpión, cuyo nombre proviene de la cola alzada del macho (**panorpa**, 6). En el orden de los lepidópteros encontramos a las mariposas y polillas, con trompas chupadoras y diminutas escamas que imparten brillantes colores a sus alas (**papillio,** 7). El orden de los tricópteros comprende moscas cuyas alas están cubiertas, como su nombre lo indica, con pelos (**halesus,** 8). El orden de los dípteros, con un solo par de alas voladoras y que utiliza el par trasero como órgano de equilibrio, abarca a las moscas comunes y mosquitos (**típula,** 10). En el orden de los **afanípteros,** insectos chupadores, generalmente parásitos externos, se encuentran las pulgas (**pulex,** 11). En el orden de los himenópteros la mayoría de las especies son sociales, como las abejas, avispas y hormigas (**apis,** 9). En el orden de los coleópteros, cuyas alas delanteras se endurecen en élitros que envainan a las traseras, encontramos los escarabajos (**coccinella,** 12). El orden de los strepsípteros abarca algunos insectos curiosos, parásitos internos de otros insectos, como las abejas (**stylops,** 13).



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

EL DESPEGUE VERTICAL DE AVIONES

Los ingentes esfuerzos actuales por combinar las ventajas del helicóptero con las del avión a chorro obedecen a razones militares: el alcance de los proyectiles atómicos tácticos obliga a dispersar la fuerza aérea en aeródromos diminutos. Además, conviene transportar las tropas de asalto hasta el objetivo mismo. Abandonada la fórmula del avión "vertical", incómodo, las soluciones para pasar de la ascensión directa al vuelo horizontal **veloz** consisten en encauzar adecuadamente, mediante caños, el chorro de aire del motor: al principio se dirige el empuje hacia el suelo y luego se lo orienta paulatinamente hacia atrás. Una innovación atrevida y difícil, pero promisoria, es hacer girar el ala entera: ésta, vertical a la salida, se vuelve gradualmente horizontal. El aterrizaje reproduce, invertido, el mismo proceso. El ángulo de giro es de más de 90° (unos 100°) porque a veces se despega o aterriza con viento de cola, lo que requiere un poco de "retropropulsión". Las abreviaturas corrientes son VOTL y SOTL ("vertical take-off lander" y "short take-off lander"), o sea, despegue vertical y despegue corto.

1964, AÑO INTERNACIONAL DEL SOL EN CALMA

El **campo terrestre** de la Tierra es un gigantesco imán, que orienta las partículas electrizadas de la atmósfera en capas concéntricas: éstas reflejan las ondas de radiotelefonía. Cuando, a pesar de la esfericidad del planeta, sintonizamos en Occidente una emisión de Extremo Oriente, ello se debe a los múltiples "rebotes" de ésta en la Tierra y en alguna capa atmosférica. En cambio, las ondas muy cortas, como las de TV, no se reflejan, y es preciso que el receptor esté en línea recta con el transmisor. La figura sugiere que los polos y los cosmonautas se encuentran en situación especial, que debe tenerse en cuenta.

Tormentas solares. Las manchas del Sol, electromagnéticas, perturban las transmisiones. Como la rotación del Sol dura unas 4 semanas, la mancha tarda 2 semanas en ir de un borde al otro: cuando la vemos aparecer por un borde, sabemos que 7 días después estará en el centro del disco y trastornará las comunicaciones radiotelefónicas. Pero las manchas nacen y mueren, y su previsión es aleatoria.

Las tormentas de la cromosfera, o capa exterior del Sol, son más graves y no se les conoce ningún signo precursor.

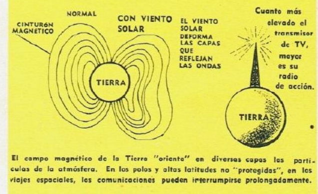
Primera fase. Corresponde a la llegada, instantes después de la erupción solar, de **ondas** semejantes a las ultravioletas. Súbitamente se desvanecen las transmisiones de onda corta; de allí su nombre S.S.C. (Stom sudden commencent, o sea, "comienzo súbito de la tormenta"). Duran unos 15 minutos, y se admite (figura) que la irradiación suplementaria deforma las cinturas protectoras de la atmósfera. Predominan, claro está, de día. Si el fenómeno **aumenta** del Polo al Ecuador, es mal indicio.

Segunda fase principal. Los satélites mostraron la existencia de un "viento solar" permanente. La densidad de este "aliento" es de unas 1.000 partículas por cm^3. Viajan a sólo 300/1.500 Km./seg. y, naturalmente, llegan unos 2 días después de las ondas. Se supone que dislocan nuestras capas protectoras, pero se sabe muy poco, salvo que estamos en los "suburbios" del Sol.

Tercera fase. Es la de retorno a la normalidad, que dura entre varias horas y seis días.

Importancia. Las comunicaciones inalámbricas con los polos son, a menudo, imposibles durante varios días, y la perturbación coincide con auroras boreales o australes. Tampoco estarán protegidos los cosmonautas, y pronto dependerán de "boletines magnéticos", similares a los meteorológicos para la aviación. Por eso, 1964, que se presume será un año de calma, se aprovechará para completar los archivos de la red internacional que vigila al Sol durante las 24 horas del día.

¿Otros efectos? En julio de 1959 el Observatorio de París percibió alteraciones en la rotación del globo, en correlación estricta con una tormenta solar excepcional del 15 de dicho mes.



El campo magnético de la Tierra "orienta" en diversas capas las partículas de la atmósfera. En los polos y altas latitudes no "protegidas", en los viajes espaciales, las comunicaciones pueden interrumpirse prolongadamente.



CORREO DE LECTORES

URANIO PARA PILAS ATÓMICAS

¿Cómo se separa el uranio 235 del U 238 (W. Ch.)

No hay métodos exclusivamente químicos, pero se explota la diferencia de peso atómico. Un campo magnético desvía, en círculo, los haces de partículas con carga eléctrica. Las que contienen átomos de U 238, más pesadas que los de U235 (círculos blancos), se incurvan menos debido a su mayor inercia. También se prepara hexafluoruro de uranio, gaseoso, y se aprovecha la difusión más lenta de los gases de mayor peso molecular, para obtener porciones "enriquecidas" de U 235.

Electroimán

Haz

Uranio 235 — Uranio 238

Separación de uranio 235 (1 átomo cada 140 de uranio 238).

CONSULTAS AGRUPADAS

N. Ch. Los **quintillizos** pueden provenir de la división de un solo huevo fecundado (ejemplo, las cinco hermanas Dionne). Tienen siempre el **mismo** sexo y grupo sanguíneo. En el caso de los quintillizos Diligenti (3 varones y 2 niñas) hubo, por lo menos, dos óvulos fertilizados simultáneamente, probablemente 3 ó 4. La prueba absoluta de la identidad de dos gemelos, o sea, de que provienen de una división, poco frecuente en el ser humano, del huevo fecundado, es que hay **una sola placenta** para ambos. Si falta este dato en el momento del parto, la posibilidad de trasplantes recíprocos exitosos es casi una evidencia. En ¼ de los casos es visible la simetría "a espejo" de alguna peculiaridad: uno de los mellizos la exhibe a la derecha, el otro a la izquierda. Los hermanos siameses son mellizos idénticos en los que la división del huevo fue incompleta. Los otros gemelos, llamados "fraternales", son sólo hermanos independientes concebidos simultáneamente o con un intervalo muy corto. Según la "ley de Helling", la posibilidad de dar a luz dos mellizos es de 1 contra 90: trillizos 1 sobre 8.100 (90 x 90); cuatrillizos, 1 sobre 729.000 (90 x 90 x 90); quintillizos, 1 sobre 65.610.000 partos (90 x 90 x 90 x 90). En la práctica, estas cifras tienden a descender a 1 sobre 45 ó 50 millones, debido al mejor cuidado prenatal. La edad no influye sobre la proporción de mellizos idénticos, pero sí la **raza** (2 por 1.000 entre los japoneses, 7 por 1.000 entre los blancos, 10 por 1.000 entre los negros, con un promedio universal de 3,5 a 4). En cambio, la mayor edad de la madre favorece los embarazos simultáneos de gemelos "fraternales".

B. M. P. No. **Producen más variaciones hereditarias las radiaciones débiles y persistentes** que las violentas y breves, como las de la bomba atómica. Hay pruebas recientes e impresionantes referentes a los mamíferos.

J. E. T. La existencia de genes, **transmisores de caracteres hereditarios,** situados **fuera de los cromosomas,** parece haberse confirmado, por fin, en el último congreso de genética de La Haya. Los de la hembra son preponderantes, pero no únicos; no obedecen a las reglas clásicas de la herencia (investigaciones de la Dra. Ruth Sager, de la Universidad de Columbia).



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

B. A. C. La próxima aplicación del **vehículo sobre colchón de aire** quizá sea el transporte en terrenos pantanosos. Para conducirlo o frenarlo se orienta convenientemente la dirección de escape de los gases, pero se requiere un adiestramiento muy particular del piloto; además, el vehículo es sensible a los vientos laterales. Sus limitaciones técnicas son: 1º) el aparato debe quedar muy cerca del suelo para disminuir el escape de aire, que aumenta mucho con la altura (de ahí los problemas en tierra firme); 2º) cualquier obstáculo altera el equilibrio al pasar sobre él: se utilizan hasta ocho "faldas" semirrígidas concéntricas que enfrentan a aquél sucesivamente, mientras las otras mantienen el "colchón"; 3º) para obtener una buena relación entre la carga útil y el peso total se necesita una gran área de sustentación: un deslizador de 25 m. de largo y 10 toneladas de peso puede aventajar en economía y rapidez al ferry-boat; 4º) por último, la máquina es ruidosa.

M. E. D. Aunque los datos acerca de la longevidad son confusos, el hombre vive, sin duda, más tiempo que casi todas las otras especies. Los cálculos sugieren que sólo un ser humano sobre 2 mil millones llega a los 115 años. Entre los supercentenarios demostrados fehacientemente encabezan la lista: Miss **Isabella Shapeard,** inglesa, 115 años (1833-1938), nacida antes del registro obligatorio de los nacimientos en 1837; y **Walter Trooper,** último sobreviviente de la Guerra de Secesión, que pretendía haber nacido en 1824 (pero no figura en el censo de 1850) y que falleció en 1959, probablemente a los 104 años. Encabeza la lista de "recordmen" y "recordwomen", sin pruebas documentales suficientes, una mujer de 190 años (URSS, 1957). Entre nosotros son célebres **Javier Pereira,** de Colombia, 167 años; **Marcial Pina,** de México, 149 años, y **María Josefa Nieto Santos**, de España, 125 años.

M. R. S. Las inversiones en **petroquímica** alcanzan, por ahora, a sólo el 3 % de toda la industria petrolera (unos 3.500 millones de dólares sobre un total de 120.000 millones). La producción representa, aproximadamente, el 50 %; la refinación el 15 %, y el transporte y distribución, incluyendo barcos y oleoductos, el 30 % (excluidos países comunistas, de los que se carece de cifras).

J. Ll. El **traje ignífugo más perfeccionado** del mundo permite mantenerse entre las llamas hasta 90 segundos.

A. O. N. Los **tres mayores fabricantes mundiales** de automóviles son: 1º) General Motors; 2º) Ford; 3º) Volkswagen.

M. D. A. El **avión de carga** nace de la rápida renovación de los modelos para pasajeros; las empresas aéreas utilizan, así, miles de aviones a pistón, aún en buenas condiciones, y cierto material militar en desuso, que se obtiene a buen precio. A pesar de ingeniosísimas adaptaciones para transferir las cargas de los camiones directamente a los aviones, las perspectivas no son ilimitadas: el transporte aéreo de la carga, más oneroso, sólo puede aspirar a absorber la cuarta parte del transporte general.

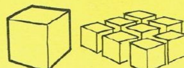
M. A. El **"jet-executive"**, o avión a chorro para directores, es útil en grandes compañías (mineras) con factorías o filiales necesariamente diseminadas y situadas en lugares de poco tránsito. Pero aun incluyendo compras de monarcas y grandes magnates, las ventas totales son reducidas. Además, ciertos accionistas piensan ya que la facilidad del trabajo de sus directores, aunque se trate de "super-business", resulta demasiado cara.

G. B. El paso de la **línea aérea URSS-CUBA por el Ártico** no se debe a ventajas técnicas, sino al hecho de que la Unión Soviética, para lograr que estos aviones pudieran atravesar el espacio europeo, debería estar dispuesta a cierta reciprocidad.

MAYOR SUPERFICIE DE INTERCAMBIO

¿Por qué se usa el hielo molido para conservar el pescado en los mercados? (C. G.)

Porque es necesario lograr una temperatura muy baja y ello se obtiene aumentando la superficie. Imagine un cubo de 1 m. de lado; tiene 6 caras, cada una de 1 m^2., de manera que su superficie es de 6 m^2. Si lo partimos por la mitad, la cantidad de hielo no habrá cambiado pero tendremos dos superficies más, capaces también de intercambiar calor con el ambiente. Y así sucesivamente. La extrema divisón es actualmente de fundamental importancia en la industria, en medicina y en los procesos vitales. Próximos números de TECNIRAMA le irán aclarando sus innumerables aplicaciones. La figura que acompañamos ilustra nuestra explicación.



El volumen no cambia, pero al dividirse el cubo aumenta su superficie.

Y PARA CONCLUIR...

LA AGUJA EN EL PAJAR

Los trozos de alambre en el forraje del ganado son peligrosos. Un electroimán los percibe y los elimina por una puerta lateral del tubo neumático, en cuyo interior circula el heno.

SEPAMOS CÓMO SE CALCULA

La **gravitación.** En principio, basta observar la caída libre (TECNIRAMA Nº 9, pág. 178) para medir la aceleración derivada de la atracción de la Tierra. Pero la excesiva rapidez del fenómeno dificultaba su mensura. Galileo redujo la "cuota" de la caída haciendo rodar una bola por un plano poco inclinado. En la época de Newton se utilizó el péndulo, cuyo tiempo de oscilación depende únicamente de su longitud y de la aceleración de la gravedad (la fórmula es $T = 2\pi\sqrt{\frac{e}{g}}$ donde **T** es el período, **e** la longitud del péndulo y **g** la aceleración de la gravedad). Conociendo la longitud, y midiendo el período de oscilación, es fácil deducir el valor de **g.** El incremento de unos milímetros en los polos se debe a dos factores: 1º) la fuerza centrífuga de la rotación del globo (2/3 de la diferencia); 2º) el achatamiento de la Tierra hace que los polos estén más cerca de su centro de gravedad (1/3 de la desigualdad). En próximas notas veremos métodos más modernos y exactos. Las medidas obtenidas desde los satélites revelan una morfología terrestre algo más irregular de lo que se suponía.

DISTRACCIÓN Y DESCUBRIMIENTO

Hace poco hablábamos de la importancia del **craqueo,** procedimiento para convertir moléculas grandes del petróleo en otras menores. Se dice que cierta vez, en una refinería estadounidense, la columna de destilación sobrepasó enormemente, por descuido del encargado, su temperatura límite. El trabajo se perturbó porque la composición del destilado no era la habitual; pero el laboratorio comprobó que el recalentamiento intempestivo había incrementado la proporción de carburantes livianos, fragmentando las grandes moléculas. Y así un error involuntario revolucionó la industria petrolera.

NOTICIA DE HACE 50 AÑOS

Las 7 maravillas. Una revista de Chicago preguntó a los sabios del mundo entero cuáles eran las 7 maravillas del mundo moderno. El orden de las respuestas fue: 1º) la radiotelefonía; 2º) el teléfono; 3º) el aeroplano; 4º) la radiactividad; 5º) las antitoxinas; 6º) el análisis espectral, y 7º) los rayos X o rayos Roentgen.

FRASES CÉLEBRES Dijo T. Macaulay: "La ciencia adelanta por grados y no por saltos"

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	30.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—
*COLOMBIA,	Pesos	2,50	*ESPAÑA,	Pesetas	18.—
*COSTA RICA,	Colones	2.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30
*CHILE,	Escudos	0,60	*HONDURAS,	Lempiras	0,60
*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4.—
PERÚ,	Soles	10.—	*VENEZUELA,	Bolívares	1,25

Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 23 de diciembre de 1963

Nº 11

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada uno, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por

EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



TOMO I
AÑO I
Nº 11

SUMARIO

Distribuidores, Agentes de Suscripciones y Venta de Números Atrasados, ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana S. A., Carrera 7ª nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924. San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S. A., Santo Domingo 1175, Santiago. **EL SALVADOR:** Distribuidora Salvadoreña S. A., Av. España 344, San Salvador. **ESPAÑA:** Central Española de Publicaciones S. A., Balmes 96, Barcelona. **GUATEMALA:** De la Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Srta. Hortensia Tijerino, Salvador Mendieta 111, Tegucigalpa. **MÉXICO:** Distribuidor Dispublex S. A., Dir. responsable Marcial Frigolet, Hamburgo 108, México D. F. **NICARAGUA:** Elías Argeñal (h.). **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S. A., Jirón de la Unión 284, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Compañía Uruguaya de Ediciones S. A., 25 de Mayo 620, Montevideo. **VENEZUELA:** Venezolana de Publicaciones C. A., Princ. a Sta. Capilla 4, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA:
LUCHA CONTRA LAS EPIDEMIAS. Se inyecta virus de tifus exantemático en un huevo. "Círculo rojo": esterilización de instrumentos quirúrgicos, y, "detrás": modelo del hongo penicillium, con formación de esporos esféricos. "Círculos azules, de izquierda a derecha": cocos de neumonía; vibrión en coma del cólera; bacilos de la tuberculosis y bacilo de la tifoidea.

Correo Apartado Central B	TARIFA REDUCIDA
	Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Trasplante de hígado. — Después de varios injertos de hígado con sólo unas horas de sobrevida, se ha logrado uno que duró 11 días y dejó muchas enseñanzas. En efecto, el hombre no alcanza a vivir 40 horas privado de la función hepática, de modo que el hígado trasplantado debió permanecer activo durante más de una semana.
Las dos diferencias importantes entre este caso y los precedentes son: 1º) el donante (un policía que agonizaba, herido en el cerebro) fue enfriado un día y medio antes de morir, y así se redujeron posibles reacciones del órgano; 2º) en el receptor (un canceroso deshauciado) se usó como anestésico el ciclopropano, que se elimina **muy rápidamente:** todos los hipnóticos, como los tóxicos en general, obligan al hígado a un trabajo extra para neutralizarlos. Con la veloz desaparición del ciclopropano se evitaba esta tarea adicional al órgano recién trasplantado.

Paracaídas para recuperar satéloides tripulados. — Se hacen con un hilo de acero inoxidable sumamente delgado (1/5 de un cabello fino). Se reúnen así la fortaleza y ligereza del nilón a la resistencia a temperaturas formidables y al ataque químico durante el descenso.

Aumento: 20 millones. — Ya funciona en la Universidad de Columbia un microscopio electrónico 10 veces más poderoso que los mejores construidos hasta hoy. Es utilizado en estudios de metalurgia. Se inmovilizan las moléculas del metal que se examina mediante un frío extremo, y adhiriéndoles átomos de helio. Luego, éstos son ionizados y se los acelera en un campo eléctrico. Siguen entonces una trayectoria rectilínea en abanico y proyectan sobre la pantalla fluorescente una imagen muy agrandada de la superficie metálica.

Semiconductores para altísimas temperaturas. — Una aleación de 3 partes de cobre y una parte de sulfuro de cobre adquiere, hacia 1.100°C y ya en estado líquido, interesantes propiedades semiconductoras (su conductibilidad aumenta con la temperatura). Se trata de investigaciones de la Universidad de Denver.

Más peligroso que el estroncio. — Después de una explosión atómica las lluvias arrastran estroncio 90, radiactivo. De los prados, éste pasa, por las vacas y la leche, a los delicados huesos de los niños. Pero ya se sabe cómo eliminarlo. Se administra hormona paratiroidea, que lo retira de los huesos y multiplica por diez su concentración en la sangre; y nitrato de pilocarpina, que lo acumula en la saliva (8 veces más que en la sangre).
En cambio, el carbono 14 de la atmósfera, considerado inofensivo por su débil radiactividad (6.000 años para reducirse a la mitad), ya se ha duplicado como consecuencia de los ensayos nucleares. Las plantas lo asimilan en forma de anhídrido carbónico, y luego pasa a los animales. Debido a su larga vida radiactiva, o sea, a su lenta desintegración, sus efectos se acumulan, y se teme que dentro de unos años provoque un aumento de los trastornos hereditarios.

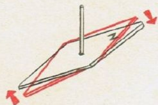
NOTICIAS DE MAÑANA

El automóvil lunar. — La Luna carece de atmósfera que alimente la combustión en los motores clásicos. La Martin Co. de los EE. UU. acaba de construir un aparato muy liviano que funciona así: 1º) de un depósito de hidrógeno líquido se evapora gas que acciona una turbina; 2º) de ésta pasa, en circuito cerrado, a un recipiente con litio metálico, que se combina con el hidrógeno, formando un hidruro (el litio, de densidad 0,53, es, aproximadamente, dos veces más liviano que el agua). En la **estación de servicio** se regenera el hidrógeno calentando el hidruro de litio, y el ciclo recomienza. Lo asombroso es que también en la Tierra este mecanismo, silencioso y sin gases de escape, rinde un 15 % más que un motor Diesel de igual peso.

Otra vez el colchón de aire. — En los casos de quemaduras generalizadas, el peso del cuerpo provoca la adherencia de las llagas a las sábanas y plantea un problema grave. Los ingenieros de Hovercraft (fabricantes de las primeras naves comerciales sobre colchón de aire) construyeron una cama en la que el escape de aire mantiene al paciente en levitación a 2 ó 3 centímetros de la cama y seca sus heridas en el 5 % del tiempo habitual.

WILLIAM GILBERT,

padre del geomagnetismo



La brújula gira libremente en un plano horizontal y señala el polo norte magnético (actualmente, a unos 74° de latitud norte). El ángulo que forman el plano del meridiano geográfico, que pasa por el polo norte geográfico, y el plano del meridiano magnético, que pasa por el polo norte magnético, se llama *declinación*.

Pero, ¿qué ocurre si la aguja sólo puede girar en el plano vertical de su meridiano magnético? En tal caso, forma con la horizontal un ángulo que se llama *inclinación*. Si estamos en el polo magnético, la aguja es vertical y la inclinación es de 90°; si estamos en el ecuador magnético, el plano de la aguja coincide con el del horizonte y la inclinación es de 0°. El ecuador magnético, bastante contiguo al ecuador geográfico, pasa al sur de éste en América y al norte en África.

GILBERT DE COLCHESTER

William Gilbert, médico inglés, suele ser llamado *Gilbert de Colchester* por el lugar de su nacimiento. Para probar ante la reina Isabel que la Tierra era un enorme imán, construyó un modelo esférico imantado, en el que se veía claramente la inclinación que tomaban las agujas. Su obra *De Magnete* es notable porque enuncia una teoría conjunta del magnetismo terrestre, y refuta errores, entonces corrientes, mediante experiencias exactas. Gilbert percibió claramente que los polos de igual nombre se rechazan y los de nombre contrario se atraen. El tratado incluye, también, las primeras nociones escritas sobre la *electricidad*.

Creó el electroscopio, y supera a todos sus predecesores por su método experimental.

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Gauss, mediante una simple barra imantada que podía girar en planos horizontales y verticales, creó el primer magnetómetro. Con éste se miden la inclinación y declinación magnéticas en un punto de la Tierra; la vivacidad de las oscilaciones del imán refleja la intensidad del campo magnético local. Ahora se prefieren bobinas giratorias, en las que nacen tensiones eléctricas, *al cortar* las líneas del campo magnético terrestre (véase: *La producción de electricidad*, pág. 23); la medición es mucho más rápida.

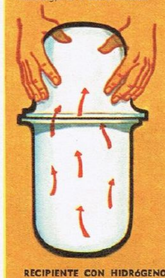
William Gilbert (1544-1603) muestra a la reina Isabel, de la que era médico y asesor, que las agujas, como las brújulas sobre la superficie de la Tierra, toman distintas inclinaciones sobre una esfera de piedra imán.

EL HIDRÓGENO,
elemento nº 1

La palabra HIDRÓGENO designa al primer elemento del sistema periódico y significa *que engendra agua.* Su átomo se compone de un solo protón y un solo electrón. Aunque el hidrógeno se producía mucho antes de Cavendish (1731-1810) atacando los metales con ácidos, fue éste el primero en reconocerlo.
El hidrógeno es muy abundante; está presente en el agua y en toda materia orgánica. En el universo constituye más del 95 % de toda la materia (en las enormes temperaturas de las estrellas subsisten difícilmente los átomos complejos).

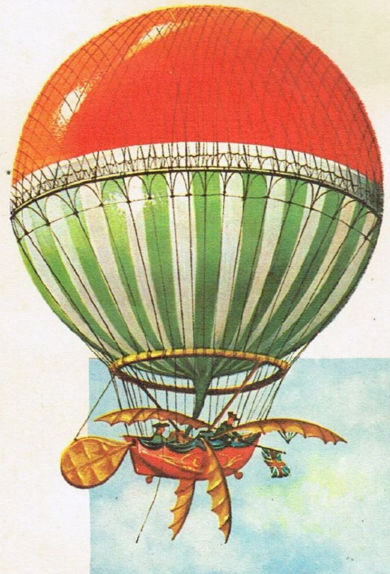
DESDE EL PUNTO DE VISTA ATÓMICO

La órbita periférica del átomo de hidrógeno estaría completa con dos electrones. Pero el hidrógeno sólo posee uno, que puede ceder como un metal; también trata de adquirir otro electrón para completar su órbita, como hacen los no-metales.
Los metales muy enérgicos lo desalojan de sus compuestos; por eso, el litio, el sodio y el potasio descomponen el agua. Los ácidos que, como vimos en la página 182, son capaces de desprenderse de su hidrógeno, lo reemplazan por muchos metales para dar sales. En el laboratorio se produce corrientemente el hidrógeno con ácido clorhídrico y granalla de cinc, o con agua en la que se echa sodio (mejor dicho, una amalgama de sodio con mercurio que modera la reacción).
Los elementos que ceden un electrón también se combinan con el hidrógeno. Con el fluor la reacción es violenta, aun en plena oscuridad y a 250° bajo cero. Con el cloro, es lenta a la temperatura ordinaria, pero la luz o el calor la vuelven explosiva.
El hidrógeno normal, cuyo átomo se compone de un protón y un electrón, se llama *protio*, y forma el 99,98 % del elemento. El hidrógeno pesado o *deuterio*, cuyo núcleo posee, además, un neutrón, constituye el 0,02 % restante y resulta de gran interés para las reacciones nucleares. El *tritio* (núcleo de un protón y dos neutrones) y otras variedades, aún más pesadas, son en su casi totalidad artificiales. El átomo suelto de hidrógeno es muy activo; pero las moléculas del gas se componen de dos átomos, que comparten sus respectivos electrones y son muy estables. Por ello, el hidrógeno es un gas casi inerte a la temperatura normal, y hace falta activarlo con altas temperaturas y presiones o mediante algún *catalizador*.





La explosión del recipiente superior demuestra que el hidrógeno, unas quince veces más ligero que el aire, pasó al matraz de arriba. Entretanto el aire, más pesado, descendió en parte al matraz inferior.



La primera travesía aérea del Canal de la Mancha se efectuó con un globo lleno de hidrógeno. Actualmente se utiliza el helio que no es inflamable. Nuestra atmósfera contiene poquísimo hidrógeno, puesto que éste se combinó con el oxígeno, hace millones de años, para formar el agua de nuestro planeta.

CATALIZADORES

Si mezclamos hidrógeno y oxígeno no se observa ninguna combinación; pero si acercamos un punto en ignición o un *catalizador*, como la esponja de platino, la explosión es instantánea.
Los *catalizadores* no forman parte de la reacción propiamente dicha, pero la facilitan. Un catalizador obra generalmente en pequeña cantidad, y sólo influye en la *velocidad* de la reacción, sin sufrir ninguna alteración ni influir en la tendencia de la combinación. En síntesis, el catalizador es un intermediario que no participa en la reacción, pero la acelera (a menudo, por particularidades de su superficie).

QUÍMICA INDUSTRIAL DEL HIDRÓGENO

La aplicación más importante del hidrógeno es la producción de gas amoníaco (NH_3) sintético, materia prima para la fabricación del ácido nítrico y abonos nitrogenados. Generalmente, se fabrica



Un obrero con gafas protectoras corta una viga de acero con un soplete oxhídrico. La combustión de hidrógeno desprende mucho calor y su llama funde el metal. Esta propiedad permite su aplicación para varios usos, desde el corte de vigas hasta el trabajo en los astilleros, donde resulta indispensable por su precisión dimensional. El manejo del soplete puede ser manual, y también automático cuando se cortan piezas en serie. **(Véase página 119.)**

el gas amoníaco en instalaciones vecinas a las coquerías y refinerías de petróleo, para aprovechar el hidrógeno que se desprende de ellas.

El *procedimiento Haber* consiste en comprimir, enormemente, una mezcla de nitrógeno e hidrógeno a altas temperaturas, y hacerla pasar sobre un catalizador adecuado.

Los catalizadores para el hidrógeno se clasifican en *enérgicos* y *suaves*. Entre los primeros hay metales finamente divididos, como el níquel y el cobalto, o bien óxidos y sulfuros de molibdeno y tungsteno. Entre los segundos se encuentran metales, como el platino y el paladio, y óxidos de cinc, cobre y cromo. Cada catalizador exige una presión y una temperatura particulares. Se entiende que cuando una reacción, como la del hidrógeno con el oxígeno, desprende gran calor, éste la acelera espontáneamente aunque el catalizador que la inició sea *suave*.

CÓMO SE CONVIERTEN LOS ACEITES EN GRASAS

En la página 75 hemos visto cadenas de carbono combinado con hidrógeno. Se trataba entonces de hidrocarburos *saturados*, en los que no era posible añadir más hidrógeno, sin quebrar la cadena. Estos compuestos son sólidos a partir de cierta longitud de la cadena. Pero existen cadenas en las que los átomos de carbono están unidos por más de un lazo, y que pueden, por lo tanto, aceptar una adición de hidrógeno. Estas cadenas *no saturadas* suelen ser líquidas cuando las saturadas de igual longitud son sólidas. Por ejemplo el compuesto $H_2C = CH_2$, no saturado, puede convertirse en el compuesto $H_3C — CH_3$, saturado.

Mediante la *hidrogenación catalítica* de compuestos no saturados, la industria obtiene actualmente margarina y grasas comestibles, que son compuestos saturados. Los aceites vegetales se convierten en grasas sólidas cuando por procedimientos catalíticos se les incorpora hidrógeno.

OBTENCIÓN DE HIDRÓGENO

El procedimiento industrial más corriente consiste en hacer pasar vapor de agua a muy alta temperatura sobre sustancias que como el hierro, el carbono o algunos de sus compuestos (hidrocarburos) son capaces de retener el oxígeno del agua (H_2O). El hidrógeno queda entonces libre. Como a altas temperaturas se forma monóxido de carbono (CO), que a temperatura un poco menor y en presencia de más vapor puede convertirse en bióxido de carbono (CO_2), se enfría un poco la mezcla y se obtiene aún más hidrógeno.

Los metales muy activos forman con el hidrógeno compuestos llamados *hidruros* que regeneran el hidrógeno en presencia de agua, que el metal descompone. En el laboratorio se utiliza el hidruro de calcio que da unos mil litros de hidrógeno por kilo.

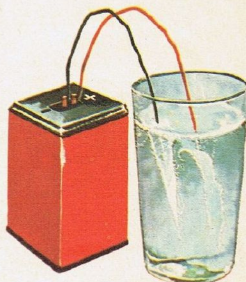
USOS DEL HIDROGENO PURO

Se usa principalmente en el soplete oxhídrico, y cuando hay que emplear un gas muy liviano, sin que su posible inflamación constituya un peligro grave. En los dirigibles se usa el helio, que es inerte, mientras en los globos meteorológicos puede emplearse el hidrógeno.

La bomba de hidrógeno es una reacción no controlada, autoalimentada, que resulta de la *fusión* de los núcleos de deuterio o hidrógeno pesado en otros mayores y más pobres en energía, cuyo exceso es liberado por la bomba. Dicha reacción se llama *termonuclear* porque debe ser iniciada con una temperatura de unos 35 millones de grados, que se obtienen con una pequeña bomba clásica de uranio.

DE LOS ACEITES A LAS GRASAS, MEDIANTE EL HIDRÓGENO

Los aceites se calientan a unos 200°, en vaso cerrado y con un catalizador (limaduras de níquel, de platino o paladio). Al pasar una corriente de hidrógeno, el aceite lo incorpora y se convierte en grasa. El metal catalizador se elimina por filtración; sirve para acelerar la síntesis.



Separación de agua en sus componentes, oxígeno e hidrógeno, por electrólisis. Las burbujas de oxígeno aparecen en el polo positivo y las de hidrógeno, en el negativo. Para que el agua conduzca la electricidad se le añade un electrólito (sal, ácido o base) que se divide en iones capaces de transportar los electrones en el líquido.

POR QUÉ LAS PLANTAS NECESITAN AGUA

Durante la *germinación*, la *plántula* o embrión de la planta se forma a expensas de la semilla. Pero luego, tanto su *crecimiento* (aumento de talla, peso y volumen) como su *desarrollo* (las etapas que recorre hasta producir una nueva semilla) requieren mayor aporte exterior.

POR QUÉ EL AGUA DESENCADENA LA GERMINACIÓN

El protoplasma viviente contiene por lo menos 80 % de agua. Aún las plantas con elevada proporción de lignina y otros productos inertes, como los árboles, contienen un 50 % de agua. Las semillas, en cambio, contienen apenas el 15 % de dicha sustancia. Por esta razón, se las puede almacenar en lugares secos, durante largo tiempo, como los cereales en los elevadores, los porotos, etc. Cuando la semilla se coloca en un lugar húmedo y con suficiente oxígeno, comienza su germinación porque el protoplasma de sus células activas puede alcanzar al 80 % o más del agua que necesita. El oxígeno es indispensable para los intercambios de energía.

EL AGUA EN LA NUTRICIÓN DE LOS VEGETALES

Los alimentos de la planta son sólidos. Para poder distribuirlos en su interior y, en parte, asimilarlos por sus raíces, es necesario que estén disueltos. La planta obtiene carbono, hidrógeno y oxígeno, que necesita para edificar su propio cuerpo, del aire y del agua. Los minerales esenciales —como el magnesio que forma parte de la clorofila, pigmento verde que asimila la energía solar— penetran disueltos por las raíces. Estos minerales son muchos, y los estudiaremos en una próxima nota. Indiquemos solamente que el vegetal no obtiene del aire el nitrógeno para formar sus proteínas, sino de los nitratos del suelo.

UNA ARMAZÓN DE AGUA

Las plantas transpiran por los poros o *estomas* de sus hojas. Cuando la pérdida es excesiva, el vegetal pierde consistencia y se marchita. Entretanto, los poros de las hojas se cierran; pero, entonces, queda obstruida la entrada del bióxido de carbono del aire, materia prima para la edificación de la planta.

En las plantas jóvenes y carnosas es la presión del agua la que da forma y *rellena* sus hojas y tallo. Esta función es particularmente importante en las plántulas que todavía no han llegado a elaborar sus tejidos de sostén.

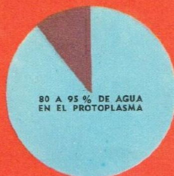
AMORTIGUADOR DE ALTIBAJOS CLIMÁTICOS

El agua es la sustancia capaz de almacenar mayor cantidad de calor, con menor eleva-

EL AGUA EN EL PROTOPLASMA DE LA CÉLULA VIVIENTE



Corte esquemático de una célula vegetal. Las espirales representan el movimiento de los alimentos. Los glóbulos rojos, verdes y amarillos son sales. En el seno del protoplasma se ven las enzimas, que son los aceleradores químicos de las plantas, uniendo algunas moléculas y dividiendo otras.



El protoplasma, "gelatina viviente" que forma la mayor parte de las plantas y animales, contiene entre 80 y 95 % de agua.

ENZIMAS Y AGUA PARA LAS REACCIONES QUÍMICAS



Puede representarse a cada enzima con una forma particular en la que únicamente encajan determinadas moléculas (como ocurre con las llaves y cerraduras). El diagrama representa a la enzima en gris y a la molécula en rojo. Las enzimas, catalizadoras que permiten a los seres vivos efectuar complicadas reacciones a baja temperatura, son "específicas": sólo pueden unir o dividir determinadas moléculas que encajan exactamente en ellas.

Todas las reacciones químicas de la planta se efectúan en solución acuosa. Todas las moléculas, tanto las que provienen de la fotosíntesis como las que ascienden de las raíces, están disueltas en agua. Es además el agua la que las transporta a lo largo de elementos conductores, como los tubos cribosos y las fibras liberianas (filas de células separadas por tabiques perforados).
Cuando penetran en el protoplasma vivo, las sustancias químicas son transformadas, siempre en solución acuosa, en compuestos mucho más complejos. Así la planta elabora la celulosa y otros elementos de sostén, sus proteínas y hasta sus mismas enzimas (que son también proteínas).

ción de temperatura. Como las plantas encierran tan elevada proporción de agua, soportan con bastante facilidad los cambios bruscos del clima.

Una ley química dice que, en conjunto, la velocidad de las reacciones se duplica cuando la temperatura aumenta en 10° C. Mediante la evaporación en los momentos de gran calor, y la acumulación de agua en los instantes de gran frío, el vegetal mantiene una temperatura más uniforme y sus reacciones interiores no sufren saltos bruscos.

CÓMO OBTIENE AGUA LA PLANTA

Hasta en el suelo más compacto existen espacios libres entre las partículas. Allí es donde normalmente se acumula el agua que la planta utiliza.

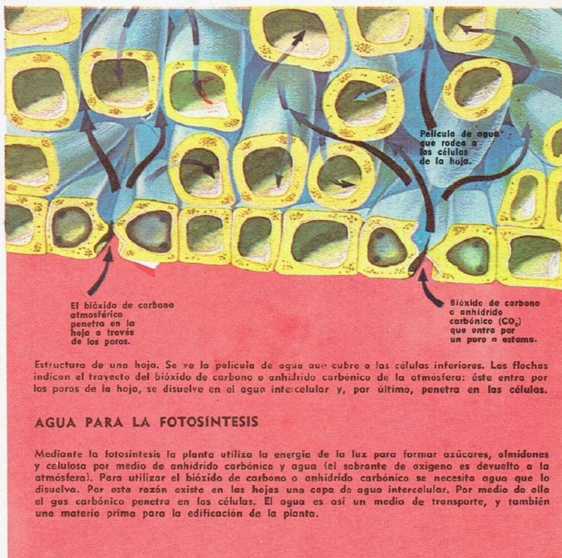
Las raíces van en busca del agua y a veces atraviesan grandes espesores de tierra para lograrla.

El agua del suelo penetra en la raíz por *ósmosis*, que es el paso del agua y otras pocas sustancias, a través de una membrana porosa, que sólo puede ser atravesada por moléculas pequeñas. En tal caso, la teoría y la experiencia muestran que el agua tiende a ir de la solución más concentrada en sales hacia la menos concentrada. Como hay mayor concentración en el interior de la planta que en el suelo, donde las sales están muy diluidas, el agua penetra en el vegetal mediante un simple fenómeno físico. Si se añaden muchas sales solubles al suelo, desaparece su dilución, y la planta muere por falta de agua.

EL AGUA QUE ASCIENDE HACIA LAS HOJAS

Las hojas consumen agua por transpiración y como resultado de la fotosíntesis (reacción mediante la cual elaboran azúcares y almidones con anhídrido carbónico y agua). Crean así una especie de vacío, de succión. El ascenso del agua hacia las hojas es un resultado indirecto de esta pérdida. Como se trata de un fenómeno puramente físico, lo hace utilizando las células muertas o casi muertas que forman el *xilema* (conjunto de vasos, fibras o traqueidas, o de estos tres elementos, todos ellos con paredes lignificadas). En éste, los tabiques trasversales entre las células o sus restos están llenos de agujeritos que permiten el paso del líquido. En el xilema, la presión suele ser inferior a la presión atmosférica, puesto que hay succión. Salvo en casos de suelos muy húmedos y escasa transpiración de las hojas, por métodos especiales, puede percibirse el ruido del aire que penetra en el xilema a través de un tajo en la planta.

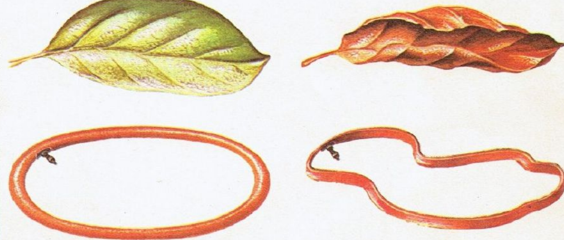
La simple succión no podría hacer que el agua subiera más de unos diez metros, si las células vivas circundantes no *transpiraran*, molécula a molécula, el agua que trepa por los finísimos tubos del xilema. Sin embargo, no cabe duda de que la ascensión del agua es desencadenada por su pérdida a nivel de las hojas.



Estructura de una hoja. Se ve la película de agua que cubre a las células inferiores. Las flechas indican el trayecto del bióxido de carbono o anhídrido carbónico de la atmósfera: éste entra por los poros de la hoja, se disuelve en el agua intercelular y, por último, penetra en las células.

AGUA PARA LA FOTOSÍNTESIS

Mediante la fotosíntesis la planta utiliza la energía de la luz para formar azúcares, almidones y celulosa por medio de anhídrido carbónico y agua (el sobrante de oxígeno es devuelto a la atmósfera). Para utilizar el bióxido de carbono o anhídrido carbónico se necesita agua que lo disuelva. Por esta razón existe en las hojas una capa de agua intercelular. Por medio de ella el gas carbónico penetra en las células. El agua es así un medio de transporte, y también una materia prima para la edificación de la planta.

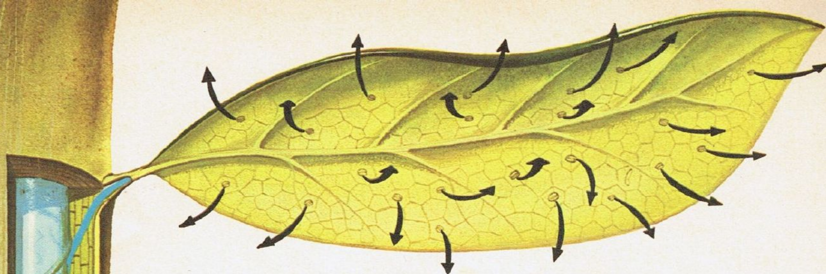


El agua brinda consistencia a las plantas del mismo modo que el aire infla una cámara de bicicleta.

¿CUÁNTA AGUA CONTIENE UNA PLANTA?



La figura muestra tres tipos de planta y sus respectivas proporciones de agua.



Se puede demostrar que se reinicia cada mañana cuando, con la luz del sol, vuelven a comenzar la fotosíntesis y la evaporación.

EL AGUA QUE DESCIENDE DE LAS HOJAS

Desde las hojas hasta la raíz baja un caudal de agua cargado de productos formados con carbono fijado por fotosíntesis, en forma de azúcares. Con estos elementos las células edifican su estructura de sostén, y también obtienen de ellos la energía que necesitan para sus reacciones. El agua retorna de las hojas por un camino de células vivas llamado *floema*. En el floema la presión del agua es positiva: el vegetal exuda savia si se lo corta. En algunas plantas el floema y el xilema sólo pueden distinguirse por medios microscópicos.

EL AGUA QUE VIAJA EN LA PLANTA

En una planta acuática las estructuras que soportan el peso son de escasa importancia porque el agua circundante la sostiene; además cada parte extrae del ambiente acuático las sales que necesita, y posee clorofila para llevar a cabo su propia fotosíntesis.

En los vegetales terrestres, sobre todo en primavera, hay un intenso transporte de materiales de las hojas hacia las flores y a los puntos de germinación o *meristemas*. Estos movimientos (en los que el agua del floema es a veces ascendente) son regulados por hormonas especiales denominadas "auxinas".

LA RESISTENCIA A LA SEQUÍA

Una parte del agua del suelo no es *obtenible* por la planta a causa de su adherencia a las partículas de éste. En los suelos arenosos el vegetal sufre de sequía cuando la proporción de agua es menor del 3 %; en los suelos muy arcillosos es necesario una humedad superior al 20 % para que la planta pueda obtener agua.

Una manera de resistir a la sequía es limitar la evaporación y formar una gran reserva de agua. Este es el caso de las plantas *suculentas* (que contienen mucho jugo) como los cactos, que aprovechan al máximo las lluvias irregulares de las zonas semidesérticas.

En las regiones donde hay un corto período de lluvias, como en el norte de México, existen plantas que no resisten realmente a la sequía pero que la combaten acelerando su desorrollo desde la semilla inicial hasta el fruto durante el período de humedad; luego pasan la estación seca en el estado de vida latente de la semilla sin agua.

Las plantas *xerófitas*, duras, con hojas como espinas, afrontan la sequía mediante raíces sumamente extensas que les permiten aprovechar al máximo el agua disponible. Otras plantas pierden sus hojas (que son las que transpiran) durante la estación seca.

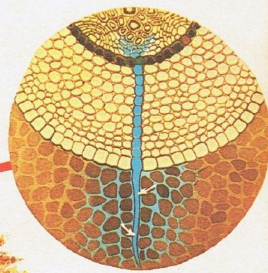
LA VELOCIDAD DEL AGUA EN LA PLANTA

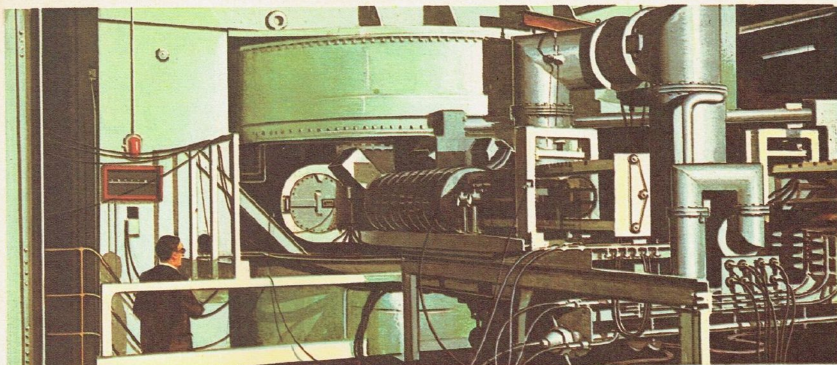
En los grandes árboles y en los momentos de máxima transpiración y fotosíntesis, el agua que asciende puede alcanzar una velocidad de 60 metros por hora. En cambio la velocidad del agua que desciende es mucho menor y disminuye de arriba hacia abajo (puesto que cada región de la planta consume una parte de la misma).

Para medir la velocidad del agua se introduce en la planta un alambre que la calienta, y a cierta distancia se clava en el tallo un aparato muy sensible a los cambios de temperatura (a base de termistores) y que registra el paso del agua entibiada.

Se obtienen muestras muy puras de la savia que baja por el floema mediante los estiletes de los insectos chupadores: se espera hasta que uno de éstos pique la planta, luego se lo inmoviliza con un chorro de anhídrido carbónico, y se separa su cuerpo del estilete clavado: como la presión en el floema es positiva, la savia fluye por el estilete durante horas o días.

La ilustración muestra el trayecto del agua desde el suelo hasta la hoja (por donde una parte se evapora) a través de las raíces y el tallo. El corte de la derecha es el de un rizoide o pelo de la raíz que toma el agua del suelo y la lleva hasta los tubos conductores. El vegetal no utiliza el abundante nitrógeno del aire, porque las moléculas de este gas, formadas por dos átomos estrechamente unidos, son inertes. Recurre a los nitratos del suelo, resultado final de la combinación del nitrógeno con el oxígeno producida por la tremenda energía de los relámpagos (y que llega al suelo disuelta en las gotas de lluvia).





Los átomos se transmutan bombardeándolos con partículas. La ilustración muestra un "ciclotrón", destinado a acelerar dichos proyectiles.

TRANSMUTACIÓN DE LOS ELEMENTOS

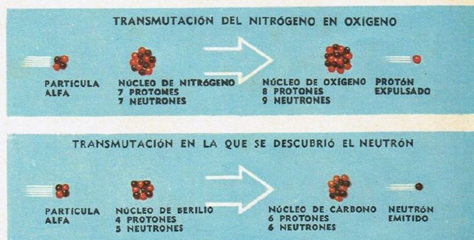
La obsesión de los alquimistas era transformar sustancias químicas en oro, que es un elemento simple. Aunque sus múltiples ensayos enriquecieron la química, hoy sabemos que su ambición era inalcanzable con los medios de que disponían, porque la transmutación de un elemento exige modificar el núcleo de sus átomos. Y éste está demasiado bien protegido.

LA TRANSMUTACIÓN NO ES UNA REACCIÓN QUÍMICA

Ningún elemento natural o artificial puede transformarse en otro mediante una reacción química. Éstas afectan únicamente a las órbitas electrónicas periféricas, mientras el núcleo y las capas electrónicas interiores permanecen invariables. Un átomo de oro, o de cualquier otro elemento, consiste en un núcleo central con carga positiva, en cuyo derredor giran uno o muchos electrones negativos que se ordenan en órbitas superpuestas. Con excepción del hidrógeno común o protio, el núcleo contiene, además de los protones positivos, neutrones que tienen masa pero no poseen carga eléctrica.

Cuando un elemento se transmuta lo que se altera es su núcleo. El paso de un elemento a otro se obtiene modificando el número de protones positivos contenidos en el núcleo: el cortejo de electrones negativos que equilibran eléctricamente al átomo varía en forma automática, como consecuencia de la alteración del núcleo.

Cada elemento contiene, en su núcleo, un número característico de protones que se denomina *número atómico*. El átomo más simple, el de hidrógeno, posee un solo protón equilibrado por un solo electrón, y su número atómico es 1. El núcleo del átomo de oro contiene 79 protones, equilibrados por 79 electrones que giran en varias órbitas, y su número atómico es 79. *Quien consiga alterar cualquier otro elemento químico, de tal modo que el núcleo de sus átomos contenga 79 protones, obtendrá oro.*



TRANSMUTACIÓN ESPONTÁNEA

El primer indicio de que la transmutación era posible fue el descubrimiento de la radiactividad. Fue María Curie quien, alrededor del año 1900, explicó la transformación gradual del uranio en plomo, como efecto de la desintegración de su núcleo en otros más sencillos y de menor peso.

La desintegración de los complicados e inestables núcleos de los elementos radiactivos se limita a expulsar partículas alfa (dos

TRANSMUTACIÓN DEL NITRÓGENO EN CARBONO

NEUTRÓN

NÚCLEO DE NITRÓGENO
7 PROTONES
7 NEUTRONES

NÚCLEO DE CARBONO
6 PROTONES
8 NEUTRONES

PROTÓN (NÚCLEO DE HIDRÓGENO) EXPULSADO

TRANSMUTACIÓN DE MAGNESIO EN SODIO

NÚCLEO DE DEUTERIO (O HIDRÓGENO PESADO)

NÚCLEO DE MAGNESIO
12 PROTONES
12 NEUTRONES

NÚCLEO DE SODIO
11 PROTONES
11 NEUTRONES

PARTÍCULA ALFA EMITIDA (2 PROTONES 2 NEUTRONES)

protones unidos a dos neutrones, o sea un núcleo de helio), partículas beta (electrones), y a veces rayos gamma (energía pura, sin carga y sin masa).

El radio, por ejemplo, emite naturalmente partículas de su núcleo, y se transforma en otro elemento más ligero llamado radón. Mientras el radio es un metal de la familia del bario, el radón es un gas noble semejante al criptón. En notas ulteriores estudiaremos en detalle las *transmutaciones radiactivas naturales.*

QUÉ ES UNA REACCIÓN NUCLEAR

La reacción nuclear es el resultado de la acción entre dos o más núcleos atómicos, cuando las partículas llegan a aproximarse suficientemente, es decir, a más o menos un billonésimo de centímetro, orden de magnitud del núcleo, muy inferior al diámetro del átomo. Vimos ya que el átomo es *casi* todo espacio vacío y que la mayor parte de su masa se concentra en su núcleo (de 2 a 4 mil contra uno).

En una reacción nuclear hay, en principio, un núcleo *quieto* y un *proyectil.* Éste necesita poseer gran velocidad, o mejor dicho gran energía cinética, para superar la barrera de las repulsiones electrostáticas de los electrones orbitales y luego de los protones del núcleo.

Para que el proyectil encierre una gran energía cinética es necesario que posea una masa considerable y gran velocidad. Pero la aceleración artificial del proyectil sólo es posible si éste tiene carga eléctrica, pues los aceleradores funcionan mediante campos eléctricos o magnéticos.

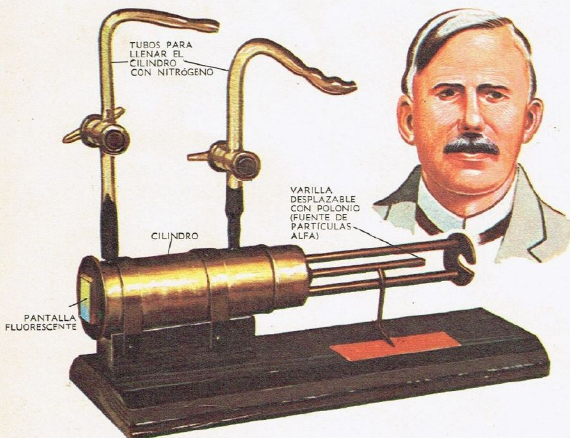
Los electrones tienen carga eléctrica, pero su masa es escasa, y sólo mediante aceleraciones inmensas en los betatrones pueden atravesar la barrera que le oponen los otros electrones del átomo y llegar hasta el núcleo. Los protones tienen una masa casi dos mil veces mayor que la del electrón, pero debido a su carga positiva son repelidos por los otros protones del núcleo del átomo. El neutrón, carente de carga eléctrica, no es desviado por el átomo. Pero es imposible acelerarlo. La solución consiste en utilizarlo como *pasajero,* es decir, acelerar partículas alfa (dos protones más dos neutrones) y obtener así un proyectil mixto de masa importante.

Cuando un proyectil desintegra un átomo puede ocurrir que éste emita neutrones sueltos a gran velocidad. Así ocurre en las pilas de uranio, y estos neutrones son muy efectivos. A veces es necesario *frenarlos,* porque el núcleo los captura mejor si son algo más lentos.

PRIMERA TRANSMUTACIÓN PROVOCADA

En 1919 Ernesto Rutherford utilizó partículas alfa emitidas por una varilla de polonio, sustancia radiactiva natural. Cuando, después de atravesar un cierto espacio *vacío* en línea recta, las partículas bombardeaban una pantalla fluorescente de sulfuro de cinc, ésta se iluminaba. Si se introducía oxígeno en el aparato, este gas formaba como una barrera y bastaba un espesor de 4 cm. para que ya no se percibiera ningún centelleo en la pantalla fluorescente.

Pero si se utilizaba nitrógeno se observaban centelleos intermitentes aun con un espesor de gas de 30 cm.; Rutherford dedujo que ello sólo podía deberse a que el bombardeo de los núcleos del nitrógeno los alteraba y provocaba la emisión de nuevas partículas. Lo confirmó al colocar la varilla de polonio de tal manera que la trayectoria rectilínea de las partículas alfa quedara fuera del alcance de la pantalla fluorescente: seguía observándose el mismo centelleo, como si éstas "rebotaran" en los



PARTÍCULAS UTILIZADAS PARA BOMBARDEAR NÚCLEOS

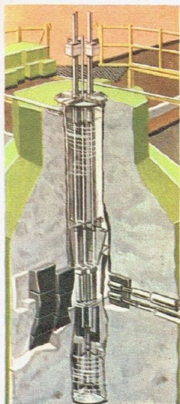
PROTÓN, partícula de carga positiva que constituye el núcleo del átomo de hidrógeno.

NEUTRÓN, partícula neutra (sin carga) que posee casi la misma masa que el protón.

DEUTERÓN (o núcleo de hidrógeno pesado), un protón con un neutrón; posee la misma carga positiva que el protón pero su masa es el doble.

PARTICULA ALFA, dos protones unidos a dos neutrones; posee doble carga positiva y su masa es cuatro veces la de un protón.

Izquierda: dispositivo con el que Ernesto Rutherford llevó a cabo la primera transmutación artificial. En el cilindro de bronce, partículas alfa de una fuente radiactiva desintegraron átomos de nitrógeno. Algunos átomos de nitrógeno se transformaron en átomos de oxígeno, como se ve en el esquema de la página anterior.



Un reactor nuclear experimental en el cual los "neutrones" emitidos durante la desintegración del uranio se utilizan para transmutar elementos. El grueso revestimiento protector de hormigón se ha suprimido para mostrar las varillas de uranio que constituyen el combustible y los orificios (derecha) a través de los cuales se introducen los materiales que serán bombardeados. En este aparato se producen muchos radioisótopos.

átomos de nitrógeno. Además, el análisis demostró que algunos átomos de nitrógeno (elemento Nº 7) se habían convertido en átomos de oxígeno (elemento Nº 8).
En 1925 la cámara de niebla de Wilson demostró que el centelleo de la pantalla fluorescente provenía de un protón "sobrante" emitido por el átomo de nitrógeno al incorporar la partícula alfa y luego transformarse en átomo de oxígeno. El protón libre, unido a un electrón, formaría hidrógeno.

ACCIÓN DE LOS PROYECTILES ARTIFICIALES

Podemos clasificar así los efectos posibles de un proyectil atómico: 1º) el bombardeo no produce *ningún efecto*, esto es lo habitual; 2º) el proyectil arranca, en el 1 % de los casos, algún electrón periférico; el átomo bombardeado se transforma en un ión, o sea que queda con una carga eléctrica positiva; 3º) el proyectil se desvía bruscamente al acercarse al núcleo, debido a la violenta repulsión de éste; 4º) por excepción, el proyectil da directamente en el blanco.
En la pág. 130 estudiamos ya el funcionamiento de los aceleradores lineales de partículas. En próximas notas describiremos el ciclotrón, el bevatrón, el sincroclash y otros aceleradores. Todos ellos necesitan, como dijimos, recurrir a partículas cargadas, emitidas por algún producto radiactivo natural.
La desintegración del uranio en los reactores atómicos produce muchos neutrones; se colocan diversas sustancias en el interior de la pila atómica y se obtienen otros elementos, unas veces inexistentes en la naturaleza, otras veces radiactivos, etc. La clave de la reacción es que el neutrón penetra en el núcleo, lo deforma, lo vuelve inestable y da origen a una ruptura o fisión que engendra un nuevo elemento.

ELEMENTOS NUEVOS Y SUS USOS

Los nuevos productos radiactivos artificiales son a veces tan eficientes como los naturales (por ejemplo en la lucha contra el cáncer) y mucho más económicos. Son además indispensables en la investigación bioquímica moderna: en efecto, sirven para sintetizar moléculas "marcadas" y averiguar en qué punto exacto de las mismas se produce un determinado cambio fisiológico. Así, por ejemplo, puede construirse una molécula de azúcar, que consta de 12 átomos de carbono, con *uno de ellos que sea radiactivo* y seguir las vicisitudes de este último en los distintos procesos de transformación y combustión en los tejidos.

Ciertos elementos son asimilados selectivamente por algunos órganos: por ejemplo, el yodo es retenido en su casi totalidad por la glándula tiroides y el fósforo por los huesos. En medicina se utiliza yodo radiactivo para destruir el cáncer de tiroides (aún diseminado) sin recurrir a operaciones, y el fósforo radiactivo para irradiar la médula ósea y prolongar la vida de los enfermos de leucemia.

ELEMENTOS TRANSURÁNICOS

Los elementos naturales son 92. El uranio, número 92, es el último y más pesado. Se han fabricado once elementos más, "transuránicos", hasta el número 103 inclusive. Los siguientes elementos fueron obtenidos por primera vez en el notable ciclotrón de Lawrence: Nº 93 neptunio, Nº 94 plutonio, Nº 96 curio, Nº 97 berkelio, Nº 98 californio, Nº 101 mendelevio. El Nº 95, americio, se obtuvo por primera vez en un reactor atómico. Los Nº 99 y 100, einstenio y fermio, respectivamente, fueron descubiertos entre los restos de la explosión de una bomba de hidrógeno; luego se los obtuvo en un ciclotrón de gran potencia. El elemento Nº 102, que suele llamarse nobelio (el nombre se discute debido a un anuncio prematuro de su descubrimiento, pero luego se lo ha producido realmente) y el elemento Nº 103 o laurencio se obtuvieron bombardeando átomos de californio con núcleos relativamente pesados (boro, carbono) acelerados en un aparato especial llamado "hilac" (high intensity lineal accelerator).
El neptunio y su producto de degradación, el plutonio, se obtienen en grandes cantidades en los reactores nucleares. El último de ellos se utilizó en el satélite Transit como fuente de energía: el calor que generaba se convertía en electricidad mediante un par termoeléctrico, fenómeno explicado en una nota anterior.

ORO SINTÉTICO

En 1941 los físicos de la Universidad de Harvard bombardearon con neutrones el mercurio (cuyo núcleo contiene 80 protones) y lograron convertirlo en oro (cuyo núcleo atómico contiene 79 protones). El oro obtenido era absolutamente igual al natural, pero resultaba mucho más caro.
Es bastante común que los elementos obtenidos por la desintegración de un átomo inestable no tengan exactamente el mismo peso que el elemento natural. Así, el plomo natural de peso 206 contiene pequeñas porciones de plomo 204 (un "isótopo" con dos neutrones menos). En cambio el plomo que resulta de la desintegración del uranio no contiene el isótopo 204. Como se sabe el tiempo necesario para que el uranio se convierta en plomo, esta feliz circunstancia nos permite conocer, por las proporciones respectivas de uranio y del plomo que resulta de él, la edad de una roca radiactiva. El plomo natural que pudiera haberse añadido se descubre por la presencia del isótopo 204. Estos métodos para averiguar edades en geología y arqueología se usan muy extensamente y con muchos elementos radiactivos, y serán explicados en detalle en otras notas.

QUÉ ES UN "ISÓTOPO"
Los isótopos son formas diferentes de un mismo elemento. Todos los isótopos de un elemento poseen el mismo "número atómico" (o sea, el mismo número de protones en el núcleo), y son químicamente indistinguibles. Sólo difieren en sus "pesos atómicos" (es decir, en el número total de partículas de cada núcleo) porque algunos poseen más neutrones que otros. Los neutrones adicionales aumentan el "peso" del átomo. Aunque no alteran su comportamiento químico, modifican algunas propiedades físicas, lo que permite separar las distintas variedades de átomos. A veces son inestables, es decir, radiactivos: se los llama "radioisótopos".



HACE MÁS
DE 4.000 MILLONES
DE AÑOS

EL ORIGEN DE LA TIERRA

GEOFÍSICA

El sistema solar, o sea el Sol, los planetas y los satélites de los planetas, forma una familia con una raíz común. Dicha familia incluye cerca de 1.500 planetoides o asteroides que se encuentran entre Marte y Júpiter, y numerosos cometas.
Obsérvese que todos los planetas giran alrededor del Sol en el mismo sentido; que todas las órbitas planetarias están aproximadamente en el mismo plano (si los planetas fueran cuerpos exteriores capturados por la atracción del Sol girarían a su alrededor en cualquier plano); que todos aquellos planetas cuya rotación conocemos giran sobre su eje en el mismo sentido que la Tierra (la excepción de Urano ha sido explicada); que la mayoría de los satélites gira alrededor de sus planetas en el mismo sentido que éstos alrededor del Sol (los satélites "retrógrados" de Júpiter son verosímilmente cuerpos capturados, y el planeta Plutón es probablemente un ex satélite de Júpiter); que las órbitas de todos los planetas son casi circulares, no alargadas como correspondería al caso de viajeros celestes atraídos por la fuerza de la gravitación del Sol; y, por último, que el tamaño y la densidad de los planetas varían gradualmente desde Mercurio hasta Urano y Plutón: los más alejados son los más livianos, y el tamaño, como en un dirigible, es menor en las dos puntas y mayor en el centro.

EL PARENTESCO CON EL SOL

El Sol podría ser el padre de los planetas. Su composición química es semejante a la de éstos. Inclusive algunos elementos terrestres, como el helio y el litio, fueron identificados en el Sol antes de que se los pudiera encontrar en nuestro planeta.
Es cierto que el Sol y los planetas mayores como Júpiter tienen mayor proporción de gases: así, el hidrógeno y el helio constituyen alrededor del 99 % del Sol. En cambio la Luna carece totalmente de atmósfera. Pero la razón es que la Luna *no pudo retener*, ni podría hacerlo actualmente, ningún gas que no fuera extremadamente pesado.
En efecto, las moléculas de los gases se parecen en este aspecto a los satélites y planetoides artificiales: pasada cierta velocidad límite escapan a la atracción de la gravedad del planeta o astro al que pertenecen. Una molécula de oxígeno, cuya velocidad a la temperatura habitual en la Tierra es de unos 500 metros por segundo, no puede sustraerse a la fuerte atracción de nuestro planeta, pero se evadiría fácilmente de la Luna. Las moléculas de hidrógeno, 16 veces más livianas, tienen una velocidad cuatro veces mayor para la misma temperatura: pueden escapar de la Tierra pero no pueden evadirse del Sol a pesar de su temperatura (y velocidad) mucho mayor, porque la fuerza de gravedad del Sol es de decenas de miles de veces superior a la de la Tierra.
Sin embargo, surge una duda: la composición del Sol parece ser muy similar a la de la mayoría de las estrellas, de modo que los planetas podrían provenir también de una estrella semejante al Sol.

LA NEBULOSA DE LAPLACE

Es la primera teoría científica sobre la formación de los planetas. Laplace supuso una nebulosa en rápida rotación que formó unos anillos semejantes a los de Saturno. La condensación gradual de estos anillos gaseosos, mientras la masa central se enfriaba y

La hipótesis de Laplace, hoy abandonada, sugería que los planetas se formaron a partir de anillos gaseosos que se desprendieron uno tras otro de una nube gaseosa en rotación y contracción. En el estado actual de la ciencia, se sabe que esta teoría, de 1796, es matemáticamente imposible.

La serie de figuras muestra la evolución de la Tierra desde su nacimiento, hace unos 4.000 millones de años.

HACE 500 MILLONES DE AÑOS: EL AGUA YA CONDENSADA EN OCÉANOS

contraía, habría formado los planetas. Hoy sabemos que esta teoría, enunciada en 1796, es matemáticamente imposible y que el origen de los anillos de Saturno es exactamente inverso: resultan de la fragmentación de satélites que se aproximaron al planeta más allá de determinado punto crítico.

LA CONDENSACIÓN DE UNA NIEBLA DE NEBULOSA

La hipótesis de una nube gaseosa revive en algunas teorías modernas. Se sugiere por ejemplo que en un principio una nube de gases y polvo estelar envolvía al Sol. A medida que la nebulosa giraba se habrían producido concentraciones que, a su vez, por su mayor masa, se convertirían en centros de atracción gravitatoria hasta llegar a constituir grandes núcleos sólidos. Uno de estos "protoplanetas" sería el antepasado directo de la Tierra.

Los protoplanetas con masa suficiente y bastante alejados del Sol habrían podido retener una atmósfera de gases. En cambio Mercurio habría perdido la suya, atraída por el vecino Sol. Los planetas mayores y más lejanos como Júpiter y Saturno la habrían retenido en su totalidad.

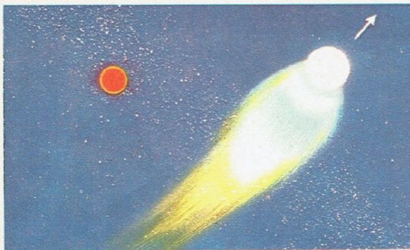
UNA MAREA GIGANTESCA

Si una estrella errante pasara muy cerca del Sol podría provocar en éste una enorme marea que adoptaría la forma de un cigarro y luego se fragmentaría. Se explicarían así la variación gradual del tamaño de los planetas (de menor a mayor, de Mercurio a Júpiter, y luego de mayor a menor) y el hecho de que los más alejados del Sol fueran los menos densos. Pero hay una dificultad matemáticamente insalvable: la enorme distancia de algunos planetas al Sol.

Para eludir esta objeción se ha supuesto que, como ocurre con muchas otras estrellas, el Sol habría sido al principio sólo un miembro de un sistema binario (dos estrellas que se atraen recíprocamente y giran una en torno a la otra). La "marea" provocada por la estrella errante se habría producido en la compañera del Sol, situada aproximadamente a la distancia actual de Júpiter.

HACE 250.000 AÑOS: ÉPOCA GLACIAR. LA SUPERFICIE BLANCA DE LOS HIELOS RECHAZA EL CALOR DEL SOL Y FAVORECE LA PROGRESIÓN DE LOS GLACIARES

EN LA ACTUALIDAD



Una teoría sugiere que los planetas se formaron con la materia expelida por una estrella, compañera del Sol, que explotó.

EXPLOSIÓN DE UNA ESTRELLA GEMELA

Una variante promisoria de la teoría del sistema binario consiste en suponer que el astro compañero del Sol "explotó". Este fenómeno se observa a menudo en el cielo, en estrellas que agotan su provisión de hidrógeno y aparecen bruscamente con un brillo fugaz: se las denomina "novae". Al producirse la explosión el Sol habría capturado una parte del material emitido.

EDAD DE LA TIERRA

En el año 1650 el arzobispo irlandés Ussher, mediante una interpretación simplista de las Escrituras, decidió que la Tierra había sido creada el 23 de octubre del año 4.004 a. C. a las 9 de la mañana. Los antiguos hindúes eran más generosos: según ellos la creación de nuestro planeta se remontaría a 1.972.949.054 años atrás.

A comienzos del siglo XVIII los geólogos se dividían en "uniformitarios", que impresionados por el enorme espesor de los sedimentos suponían que todo había sido gradual, y en "catastrofistas" que afirmaban que la presencia de restos marinos en las cumbres de las más altas montañas sólo podía explicarse por medio de tremendos cataclismos. Pero sus cálculos sobre el tiempo transcurrido (por ejemplo, la concentración de la sal en los océanos debida al "lavado" de la tierra por las lluvias) eran extremadamente imprecisos. Por ejemplo, cuando estimaban la edad de la Tierra por el espesor de los sedimentos suponían que éstos se habían depositado siempre a la misma velocidad que la actual.

PRIMERAS CRONOLOGÍAS CIENTÍFICAS

A pesar de sus incertidumbres, los geólogos concordaban en que eran necesarios muchos cientos de millones de años para que la Tierra llegara a su estado actual. Entonces surgió el grupo de los físicos, encabezados por Lord Kelvin, y entró en conflicto con los geólogos. Disponían de muchos argumentos. Primero, la Tierra no podía haber tardado más de 80 millones de años en enfriarse hasta su temperatura actual (ignoraban la existencia de sustancias radiactivas que desprenden calor; las estimaciones actuales oscilan entre 2 y 4 mil millones de años). Segundo, en centenares de millones de años el Sol se habría enfriado completamente (Lord Kelvin aplicaba las reglas sencillas del enfriamiento, ignorando que la energía del Sol proviene, como en la bomba de hidrógeno, de la fusión de núcleos atómicos con liberación de energía). Tercero, en aquella época se sabía ya que la acción de las mareas frena lentamente la rotación de la Tierra. La duración del día aumenta, cada 120 años, en un milésimo de segundo. Esta cifra parece ridícula, pero si se suman los retrasos diarios se llega a que el eclipse producido en Babilonia en el año 721 a. C. ocurrió con tres horas y media de adelanto sobre lo que resultaría de cálculos que supusieran una rotación uniforme. Los escritos de la época confirman ese retraso de la rotación terrestre. Además, muchos eclipses de sol registrados por cronistas de hace siglos hubieran debido producirse de noche, lo que es imposible, si no tuviéramos en cuenta el frenamiento gradual de nuestra rotación. Ahora bien, Lord Kelvin y sus discípulos dedujeron que hace cien millones de años el día o rotación de la Tierra duraba sólo unas 20 horas, y como suponían que ésta era entonces todavía muy caliente y fluida, su forma actual debería ser mucho más aplastada en los polos de lo que en realidad es. De ahí deducían, erróneamente, que la edad de la Tierra tenía que ser menor.

LA RADIACTIVIDAD ACUDE EN AUXILIO DE LA CRONOLOGIA

El descubrimiento y el estudio de los fenómenos radiactivos aclaró muchos misterios y permitió estimar de manera fidedigna la edad de las rocas. Sólo indicaremos aquí algunos ejemplos y principios básicos, dejando para otra nota la exposición de conjunto.

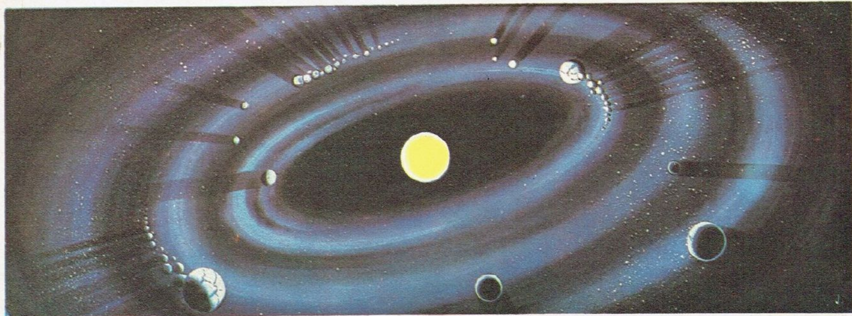
El uranio, por ejemplo, se transforma lentamente en plomo. La relación entre el contenido de uranio y el de plomo de una roca nos permite conocer su edad: las rocas más antiguas y los meteoritos tienen unos 4 mil millones de años. Ya hemos indicado que el plomo natural —no proveniente del uranio— se distingue



El espectro del Sol con sus líneas de absorción más importantes.

EL ANÁLISIS ESPECTRAL

Sabemos que los electrones del átomo giran alrededor del núcleo. Cada electrón puede hacerlo dentro de ciertas órbitas más o menos distantes del centro del átomo, pero **bien determinadas.** Cuando el electrón **recibe** un fotón de luz de la longitud de onda adecuada, salta a una órbita más distante; cuando **emite** un fotón de dicha longitud de onda, vuelve a la órbita precedente. En otras palabras, **los átomos de determinado elemento absorben los mismos colores o longitudes de onda que son capaces de emitir.** Así, si un gas se interpone entre la fuente de luz mixta y el espectroscopio que la descompone en sus colores elementales, absorberá una serie de ellos y el espectro mostrará una sucesión de rayas negras, o "rayas de absorción", características del elemento en cuestión. Hay, pues, un espectro de **emisión** y un espectro de **absorción,** comparables y característicos de cada elemento. Esta es la base del análisis **espectral,** que permitió analizar la composición de las estrellas y hasta descubrir en el Sol cierta cantidad de elementos mucho antes de que los mismos pudieran ser encontrados en la Tierra.



Es muy probable que los jóvenes protoplanetas, cualquiera haya sido su origen, crecieran hasta su tamaño actual al incorporar material disperso por medio de su atracción gravitatoria mientras giraban alrededor del Sol. Uno de estos protoplanetas pudo ser el antepasado directo de la Tierra.

por la presencia de un isótopo especial de peso 204, de manera que puede eliminarse este posible factor de error.
El potasio 40 (el normal es de peso 39) se transforma en argón 40, que es un gas. En los materiales capaces de aprisionar el argón, como la mica, la dosificación de las proporciones de potasio radiactivo y de argón permite también conocer la edad de las rocas. Aquí también las más antiguas tienen unos 4 mil millones de años.
Otros métodos semejantes son la transformación del rubidio de peso 87 en estroncio de igual peso atómico; y la transformación del plomo de peso 207 en plomo normal de peso 206. El carbono radiactivo, que sólo se forma en la atmósfera por la acción de los rayos cósmicos y se desintegra luego lentamente una vez absorbido por las plantas, permite determinar la edad de los restos vegetales de épocas mucho más recientes.

PRIMERAS ETAPAS

Al principio la Tierra fue semilíquida: los materiales más pesados cayeron hacia el centro y formaron un núcleo denso, mientras los más livianos flotaban en la superficie. Luego se formó una delgada corteza caliente mientras toda el agua, como ocurre actualmente en Venus, se hallaba en estado de nubes de vapor.
Al continuar el descenso de la temperatura cayeron lluvias durante centenares de millones de años: así se fue enfriando aún más la corteza y acumulándose las sales solubles en los océanos.
Los continentes, formados por un material liviano de sílice y aluminio, flotaban sobre una capa de sustancias más pesadas formadas principalmente por sílice y magnesio. No cabe duda de que esos continentes a la deriva cambiaron de forma y se trasladaron en muy variadas direcciones en el curso de las eras geológicas. Desde el punto de vista de la geofísica las tierras emergidas se desplazan sobre una base "viscosa", aunque dicha "viscosidad" sea para nosotros de una resistencia de millones de veces superior a la del plomo.
En la fase juvenil de la Tierra el interior exudaba aún mucha agua que contribuyó a la formación de los océanos.
En notas ulteriores estudiaremos las fases geológicas siguientes. Notemos sin embargo que según las investigaciones más recientes la traslación de los continentes prosigue y que la corteza realmente endurecida de la Tierra tiene un espesor ínfimo: 40 kilómetros contra los 6.670 kilómetros de radio terrestre, o sea menos del 1 %.

LAS LINEAS DEBILES

En muchas zonas el equilibrio de la corteza es aún precario. En torno al Pacífico existe un "círculo de fuego", línea de volcanes y terremotos. Se estima que la Luna se desprendió de lo que hoy es dicho océano, cuyo fondo de basalto difiere radicalmente del de los otros océanos.
Hay también una gran falla o depresión, el "Great Rift Valley" que se extiende desde el río Jordán hasta los grandes lagos del este de África, pasando por el mar Rojo. Aunque las infiltraciones de agua son frecuentemente responsables de los terremotos, el peso de los mares ayuda al equilibrio: se estima que si, según el proyecto Sörgel, el nivel del Mediterráneo bajara 100 m. (más de 100 millones de toneladas por kilómetro cuadrado) toda la región volcánica italiana se despertaría violentamente.
La traslación actual de los continentes se debe a la acción de corrientes profundas en el lecho "viscoso": las revelan aparatos modernos especiales.
Las corrientes que engendran el magnetismo terrestre son otras, más profundas, que tienen lugar en el núcleo líquido, a unos 2.900 Km. de profundidad.

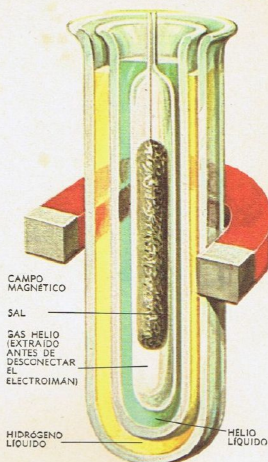


Se ha sugerido que los planetas pueden haberse formado con materia arrancada a un compañero del Sol por la atracción de una estrella errante.

LA RADIACTIVIDAD Y LA EDAD DE LAS ROCAS

Cuando un elemento radiactivo, como el uranio y el torio, se desintegra, se convierte en otro elemento. Se conoce con mucha exactitud a qué velocidad se efectúa esta transmutación, totalmente independiente de las temperaturas y presiones reinantes en la Tierra. En este artículo se explica cómo, mediante las proporciones de elemento radiactivo remanente y de su producto de desintegración, se puede determinar la edad de una roca. Aunque el principio es simple, las mediciones son muy delicadas porque es necesario tener en cuenta muchos factores externos posibles, y trabajar con cantidades infinitesimales (por ejemplo un gramo de uranio produce, en un millón de años, sólo 0,000136 gr. de plomo.

CERO ABSOLUTO



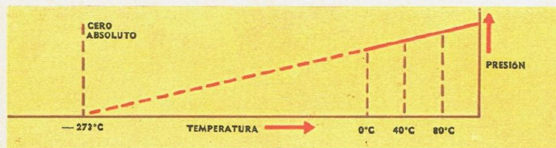
Las temperaturas más bajas se han obtenido en una sal (alumbre) mediante helio líquido, dentro del campo magnético de un electroimán. Cuando se anula el campo magnético la sal, que se encuentra ya a muy baja temperatura, se enfría aún más. La razón es que el campo magnético eleva la temperatura de la sal, y al suprimirlo se obtiene un enfriamiento suplementario. La camisa de hidrógeno líquido mantiene el conjunto a unos pocos grados sobre el cero absoluto.

La física demuestra que el calor no es otra cosa que el estado de agitación de las moléculas de un cuerpo. Cuando éstas se mueven con gran energía, la temperatura aumenta; cuando su velocidad disminuye, la temperatura desciende. Es lógico suponer que cuando las moléculas queden inmóviles no se podrá lograr ya un frío mayor. En otras palabras, el frío no es otra cosa que la ausencia de calor.

El cero absoluto, es decir, la temperatura más baja posible, se encuentra a 273.16° bajo cero. Hace ya casi dos siglos que los científicos saben que el cero absoluto se halla cerca de los 273° bajo cero; en efecto, observaron que los gases más livianos —como el helio y el hidrógeno, es decir, aquellos que más se acercan a un "gas ideal" formado solamente por puntos, sin volumen, en movimiento— disminuían 1/273 de su volumen a 0° C. cada vez que la temperatura bajaba en 1°. Inversamente, cuando la temperatura se elevaba su volumen crecía, por cada grado, en 1/273 de su volumen a 0° C. Esta disminución, fija y constante, implicaba que el volumen de un gas ideal llegaría a ser nulo cuando se llegara al cero absoluto. En otras palabras, sus moléculas ya no chocarían entre sí, y se reunirían inmóviles en un grupo, cuyo volumen sería cero si las moléculas carecieran de extensión.

Algo semejante ocurre cuando se calienta o enfría un gas en un recipiente cerrado; como le es imposible aumentar o disminuir de volumen, es su presión la que aumenta o disminuye 1/273 de la presión a 0° C., por cada grado de variación de temperatura. Esto es lo que ilustra el diagrama sobre fondo amarillo.

Kelvin estableció una escala de temperaturas que arranca del cero absoluto, de modo que una temperatura de 10° C. de nuestra escala habitual corresponde a 283° K. o *grados Kelvin.*



Cómo razonaron los sabios de hace dos siglos para deducir que el frío absoluto está a 273°C bajo cero. (Véase la explicación del presente diagrama, en el texto de este artículo.)

CÓMO SE OBTIENEN TEMPERATURAS BAJÍSIMAS

Jamás se alcanzó el cero absoluto, pero se llega a unas pocas milésimas de grado de él. La razón es simple: las disminuciones de temperatura suelen obtenerse igualando la temperatura del cuerpo que se enfría con la de otro que está aún más frío, y es bien sabido que, dividiendo una cantidad, aunque se repita la operación miles de veces, nunca se puede llegar al cero. Así, si se divide la cifra 1 en dos partes iguales y el resultado en otras dos y así sucesivamente, se logran cifras extremadamente pequeñas pero nunca nulas.

Antes de explicar cómo se obtienen los fríos extremos, recordemos que las moléculas de un gas son como pelotas que chocan contra las moléculas vibrantes del recipiente hasta igualar su energía con las de éste. Como primera fase se comprime el gas, de manera que el mismo volumen esté ocupado por muchas moléculas y tenga mucha más energía: el gas, entonces, se calienta, pues la temperatura expresa la densidad de energía por volumen. Dicho gas, caliente, se deja

Uno de los extraños efectos de las bajas temperaturas puede observarse sumergiendo una flor en aire líquido. Se vuelve tan quebradiza que basta un golpe ínfimo para romperla en mil fragmentos. Un trozo de carne, después de ser sumergido en aire líquido, rebota como una pelota.



enfriar, y sus moléculas pierden velocidad; una vez enfriado se lo dilata bruscamente y entonces se pone muy frío, porque tiene pocas moléculas con poca energía por unidad de volumen. Este gas muy frío se utiliza para enfriar otro gas a temperatura normal, el que luego es, a su vez, dilatado y enfriado aún más, y sirve para enfriar a un tercer gas que también es dilatado, y así sucesivamente. Con este procedimiento se ha logrado licuar todos los gases y solidificar todas las sustancias, menos el helio (éste necesita una presión adicional para convertirse en sólido).

LOS SUPERCONDUCTORES

Kammerling Onnes sumergió un anillo de mercurio solidificado en un baño de helio líquido y comprobó que el metal perdía toda resistencia eléctrica. Si se inducía una corriente en el anillo, ésta lo recorría indefinidamente: dos años después de rotación ininterrumpida la intensidad de la corriente no había variado. El metal se había convertido en *superconductor*. Lo mismo ocurre con la temperatura: el helio líquido transmite el calor doscientas veces más rápidamente que el cobre.

DEL LABORATORIO A LA INDUSTRIA

Las dimensiones de las calculadoras electrónicas, que funcionan a temperaturas muy bajas, son asombrosamente reducidas, debido a la gran conductibilidad que adquieren los metales, lo que permite utilizar cantidades mucho menores; además, si la señal eléctrica sólo necesita recorrer 5 cm. en lugar de 30 cm., como ocurre en una calculadora común, el tiempo de transmisión de la señal se reducirá de un millonésimo de segundo a la sexta parte, y la calculadora será seis veces más veloz.

La potencia de un electroimán depende de la intensidad de la corriente que lo recorre; pero a la temperatura normal ésta tiene un límite porque las espiras de la bobina se fundirían. Con las aleaciones de niobio y estaño, y ahora de niobio y circonio, se puede lograr, a muy bajas temperaturas (18° K. o sea 255° C. bajo cero) intensidades de 200.000 amperios por centímetro cuadrado. Lo curioso es que la aleación de este filamento (que costó mucho poner a punto por su fragilidad) es asegurada por un metal común, porque la resistencia de la aleación es tan baja que la corriente pasa por ella sin hacer uso del metal, habitualmente conductor.

VISIONES DEL FUTURO

Además de obtenerse memorias electrónicas cada vez más pequeñas, existen otras aplicaciones industriales en vías de realización. Sabemos que cuando se acerca un imán a un conductor se genera una corriente eléctrica: si el conductor está superenfriado, la corriente es permanente y engendra, a su vez, un campo que rechaza al imán, de manera que éste flota en el vacío. Aprovechando esta propiedad se estudia la realización de un giróscopo que rotaría en el vacío, funcionando, así, sin ninguna fricción y gozando de una excelente sensibilidad.

Un proyecto más atrevido es el de las *corrientes en conserva*. En un superconductor se puede generar una corriente que circule indefinidamente y aprovecharla cuando se la necesita. Se calcula que una corriente de 100.000 amperios podría brindar una energía de unos 1.300 kilovatios/hora, suficiente para la propulsión de un vehículo mediano, sobre un recorrido de unos cuantos miles de kilómetros. La recarga del dispositivo se efectuaría en pocos segundos. Además, se encara la utilización de los metales superconductores para constituir reservas de energía eléctrica, a fin de distribuirlas en las redes urbanas en los momentos de mayor consumo, sin tener que recurrir a máquinas adicionales, a combustibles especiales o a reservas de agua a alto nivel.

LA SUPERFLUIDEZ O LA HEREJÍA DEL HELIO

En el cero absoluto las moléculas están inmóviles. Se explica fácilmente que una corriente eléctrica, que consiste en electrones que traspasan y sortean las moléculas, atraviese más fácilmente los cuerpos. *Pero los átomos no están inmóviles.* De allí que, para lograr los máximos enfriamientos, se trate de orientar o frenar los átomos mediante poderosos imanes, como muestra la ilustración.

Cerca del cero absoluto y a la presión normal el hidrógeno es sólido, porque los lazos entre sus átomos son bastante fuertes. En cambio, el helio, gas noble sin afinidades químicas y sin problemas electrónicos (su órbita periférica está completa), sigue en estado líquido. Pero su viscosidad es 10.000 veces menor que la del hidrógeno gaseoso. Este estado, denominado de *superfluidez*, da origen a una serie de fenómenos realmente asombrosos. Si se toma un frasco con helio líquido y se lo sumerge parcialmente en otro baño de helio líquido, se ve al helio que escala las paredes del vaso para ir hacia el baño, o viceversa, hasta igualar los niveles, sin realizar, aparentemente, ningún esfuerzo y como si desafiara las leyes de la gravedad. En cambio, si se hace girar el vaso dentro del baño de helio, hay un frotamiento, y la viscosidad que se mide corresponde a una cifra normal. Más aún, si un recipiente hermético lleno de helio líquido y con una válvula inferior se calienta después de sumergirlo en helio, la válvula se abre para dar salida al helio, pero el nivel no baja porque —como lo predijo Euler hace ya doscientos años— la viscosidad nula del líquido que entra no vuelve a cerrar la válvula, pues no *roza* contra ella.

Esta experiencia, y muchas otras, han sido explicadas por los grandes físicos modernos, especialmente Lev Landau, el primer sabio que recibió el premio Nobel fuera de Suecia, mientras convalecía en un hospital de Moscú de un gravísimo accidente, que obligó a mantenerlo con vida, durante meses, mediante aparatos de circulación y respiración artificiales.

Después de llegar cuatro veces a la muerte clínica, Landau está hoy salvado por la misma ciencia, que lo recompensa como uno de sus más brillantes servidores.

DERROTA DE LAS INFECCIONES

El descubrimiento de la agricultura dio origen a concentraciones humanas cada vez mayores y favoreció la propagación de epidemias pavorosas. Los más antiguos escritos sánscritos describen ya el cólera: hubo en Europa, hace tres siglos, epidemias de viruela que exterminaron a los dos tercios de la población; también se conocían males seudo-infecciosos, como el fuego de San Antonio (en épocas de humedad un hongo microscópico se desarrollaba sobre los cereales utilizados para el pan y producía una sustancia que contrae los vasos sanguíneos), que sembraba el terror en las comunidades. Las extremidades, privadas de circulación, se gangrenaban y desprendían, y las ciudades se llenaban de mutilados.

Muy pronto fue evidente que había enfermedades contagiosas. Los antiguos solían desterrar a los leprosos de las zonas pobladas, y en general se tomaban medidas de aislamiento para evitar la propagación de las epidemias. Pero al ignorarse la causa, sólo por azar se acertaba con las medidas higiénicas que correspondían. Las precauciones eran complicadas mezclas de superstición y acierto empírico, como la circuncisión en los países cálidos.

Los romanos progresaron en higiene pública, especialmente en la evacuación de las aguas, y sus médicos conocían el uso de ciertas yerbas para curar heridas infectadas.

En el campo teórico se habló, a menudo, de diminutas semillas o gérmenes como responsables de las infecciones. Podemos citar a *Lucrecio*, el médico italiano *Fracastoro*, del siglo XVI, y a los descubrimientos de *van Leeuwenhoek*, de los que ya hemos hablado. Pero todas estas hipótesis y observaciones no tuvieron repercusiones útiles.

PARTO ASÉPTICO

El precursor de la asepsia fue el austríaco *Ignacio Semmelweiss* (1818-1865). Comprendió que las sucias manos de los médicos y las parteras eran las responsables de la muerte de muchas pacientes, por la llamada *fiebre del parto*. Obligando a la desinfección de las manos al pasar de una paciente a otra logró disminuir muy apreciablemente el número de fallecimientos en su sala. Pero vivió y luchó en medio de la incomprensión y la obcecación de sus colegas.

VACUNA ANTIVARIÓLICA

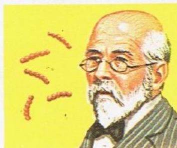
Fue el médico inglés *Eduardo Jenner* (1749-1823) quien libró al mundo del azote de la viruela. Observó que los ordeñadores



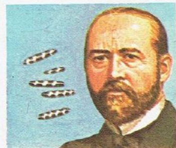
Luis Pasteur



José Lister introdujo los antisépticos en la cirugía. En la figura se lo ve esparciendo ácido fénico sobre la región que está operando.



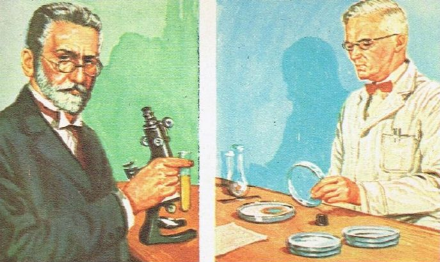
Roberto Koch



Emilio von Behring



Ronald Ross



Izquierda: Pablo Ehrlich descubrió que ciertos colorantes teñían efectivamente determinados gérmenes y permitían distinguirlos. Esta afinidad le dio la idea de crear sustancias que adhirieran a los gérmenes y los destruyera. Es el padre de la quimioterapia. Derecha: Descubrimiento accidental de la penicilina. El profesor Alejandro Fleming observó que en uno de sus cultivos de bacterias, contaminado por un moho (el moho penicillium), los gérmenes no se multiplicaban.

que habían sufrido la benigna viruela vacuna, sólo excepcionalmente contraían la terrible viruela humana. Sus experimentos confirmaron sus observaciones y Jenner comenzó a inocular la viruela innocua de los vacunos, para prevenir a sus pacientes contra la casi letal viruela humana. Desgraciadamente, este caso de una enfermedad que inmuniza contra otra es prácticamente excepcional y no puede generalizarse a las demás enfermedades.

INMUNIDAD

Ya hemos hablado del francés Luis Pasteur (1822-1895), de sus descubrimientos en el campo de la microbiología y la fermentación, y de sus demostraciones contra la teoría de la generación espontánea de los microorganismos. Su aporte fundamental en el terreno que nos ocupa, es la idea de la vacuna, que tiene cierto parentesco con el procedimiento de Jenner, pues consiste en prevenir una enfermedad grave mediante la introducción de los mismos microbios, atenuados, debilitados o muertos, con el fin de que el organismo aprenda a construir las sustancias químicas, o *anticuerpos*, que luego derrotarán a los microbios de la enfermedad cuando éstos se presenten.
Los descubrimientos de Pasteur desencadenaron una gigantesca corriente de investigaciones. Mientras desarrollaba vacunas contra el ántrax, el cólera y la rabia, se aislaban y descubrían innumerables bacilos. Entre esta pléyade de investigadores se destaca *Roberto Koch*, alemán (1843-1910), que identificó el bacilo de la tuberculosis y el vibrión en coma del cólera.

LA ANTISEPSIA EN CIRUGIA

José Lister (1827-1912) cirujano inglés, comprendió inmediatamente la trascendencia de las demostraciones de Pasteur de que toda infección o putrefacción es causada por un microorganismo. Debido a su profesión de cirujano, se propuso matar los gérmenes exteriores con un veneno poderoso: utilizó para ello el ácido fénico, que es un *antiséptico*, es decir que combate y mata los microbios. El método se perfeccionó poco a poco: se aprendió a esterilizar los instrumentos y las vendas, se crearon métodos para evitar la contaminación de la ropa y los guantes de los cirujanos y se llegó, así, a eliminar toda posibilidad de infección, por gérmenes exteriores, en los casos de operación quirúrgica.

SUEROS

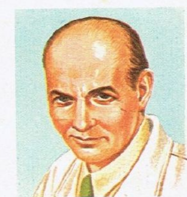
¿Cómo provocan los microbios las enfermedades? A menudo los síntomas, como en la difteria, provienen de venenos o toxinas producidos por los microorganismos. En 1890 el alemán *Emilio von Behring* demostró que los pacientes que curaban de difteria producían unas sustancias, las antitoxinas, que neutralizaban la toxina producida por el microorganismo. Creó así una medicación de urgencia que combate inmediatamente los síntomas de una enfermedad y puede aplicarse al enfermo, ya contagiado, en el período crítico. Los sueros son diferentes de las vacunas, porque éstas confieren una inmunidad activa, es decir una capacidad para luchar contra el microbio, mientras que los sueros sólo brindan una inmunidad pasiva, una ayuda exterior contra el veneno segregado por el microbio. También son sueros los que se elaboran, por ejemplo, contra las picaduras de las víboras.

LA QUIMIOTERAPIA

Pablo Ehrlich (1854-1915) era químico como Pasteur. Descubrió que ciertos colorantes teñían exclusivamente a ciertos gérmenes y permitían así descubrirlos y diagnosticar la enfermedad. Luego pensó que si ciertas sustancias químicas se adherían únicamente a determinados microbios, podrían, quizá, crearse compuestos tóxicos que no afectaran al paciente pero que sí pudieran "pegarse" al microbio y matarlo. Durante más de veinte años, con una tenacidad inquebrantable, ensayó compuesto tras compuesto para luchar contra la sífilis, hasta que al llegar a la síntesis Nº 606 logró el primer remedio eficaz contra ese azote de la humanidad: se lo denominó *salvarsán* o "606". Era la primera droga sintética *electiva* contra un microbio.
Gerhard Domagk, nacido en 1895, prosiguió los trabajos de su maestro Ehrlich y encontró el prontosyl, un colorante que es el antepasado de las sulfamidas, y con el que curó dramáticamente a su propia hija. *Levaditi*, bacteriólogo francés autor de muchos otros meritorios progresos, descubrió que la parte activa del prontosyl era la sulfanilamida, y con este hallazgo cobró una importancia tremenda la curación mediante remedios de síntesis. En la actualidad, los productos quimioterápicos son extraordinariamente numerosos.

LOS ANTIBIOTICOS

Alejandro Fleming, escocés (1881-1955), observó que el moho penicillium producía una sustancia que inhibía la multiplicación de las bacterias. La extrajo en forma impura y la llamó *penicilina*, pero no logró prepararla en forma práctica. Fue un bioquímico, el profesor *Howard Florey*, que con su asistente, el doctor *Ernst Chain*, prepararon una forma estable e inyectable de penicilina, cuya aparición en el campo de la terapéutica fue sensacional.
La propiedad común de los múltiples antibióticos es inhibir la división de los gérmenes y dar, así, lugar a que las defensas naturales del cuerpo destruyan a los microbios existentes que no pueden ya multiplicarse. Por esta razón, los antibióticos son más eficaces en las infecciones que producen fiebres y otras reacciones violentas, que en aquéllas en que la lucha defensiva del organismo es mínima. Actualmente se producen o modifican en forma artificial, con el objeto de que se concentren preferentemente en determinados órganos y se ajusten con precisión a determinados tipos de bacterias.



Dr. Gerhard Domagk, descubridor del prontosyl, el primer antepasado de las sulfamidas.



Una enfermera retira instrumentos quirúrgicos de un esterilizador que funciona a base de agua hirviente.

UN ARSENAL COORDINADO

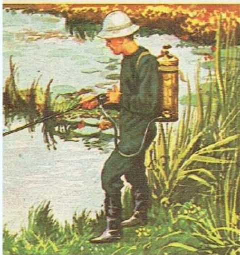
Existen microbios, como el de la tuberculosis, que desarrollan rápidamente una resistencia especial a su antibiótico específico, en este caso la estreptomicina. En tales situaciones la terapéutica recurre a una rotación de sustancias antimicrobianas. En el caso de la tuberculosis se añade a la estreptomicina el ácido paraaminosalicílico o PAS, la isoniacida, etc. Por otra parte, se utiliza a fondo la vacuna preventiva, y es de esperar que la tuberculosis será pronto erradicada de la Tierra por la vacuna BCG (iniciales de *biliado Calmette-Guérin*), que lleva el nombre de los dos investigadores franceses que consiguieron atenuar la virulencia del microbio, mediante el uso de derivados de la bilis, y que se compone de bacilos vivos que se administran por la boca a los recién nacidos, a los que inmuniza durante años. Por otra parte, adelantan los medios de análisis y de control, sobre todo cuando se trata de una enfermedad social, como la tuberculosis, cuya frecuencia depende indirectamente del grado de desnutrición y hacinamiento de los habitantes.
Los médicos desean tener siempre métodos de diagnóstico rápidos y seguros. La sífilis, por ejemplo, logró revelarse rápidamente mediante las reacciones de Wassermann y de Kahn. Actualmente existen muchísimos métodos de diagnóstico de las enfermedades, sobre todo en sus etapas iniciales. Es muy importante, por ejemplo, el uso masivo de las radiografías de tórax en la prevención de la tuberculosis.
Por otra parte, muchas enfermedades infecciosas son transmitidas por insectos y la prevención racional consiste en exterminar a éstos cuando es posible: de allí la lucha con insecticidas sintéticos, de los cuales el primero ha sido el DDT, para exterminar los mosquitos que transmiten el paludismo y la fiebre amarilla, las pulgas que diseminan la peste, la mosca tsé-tsé que transmite la enfermedad del sueño, etc.
La medicina preventiva es quizá el aporte más significativo a la lucha contra las infecciones, porque permite impedir su aparición y propagación y promete borrarla de la faz de la Tierra en vez de limitarse a curar los enfermos que la contraen.

LA LUCHA CONTRA LOS VIRUS

Durante mucho tiempo no se pudo elaborar vacunas contra los virus porque era prácticamente imposible cultivarlos en el laboratorio. En efecto se sabe que el cultivo de los virus requiere, en la inmensa mayoría de los casos, disponer de células vivas para lograr que se multipliquen. El descubrimiento más sensacional de los últimos tiempos en este campo fue el de la vacuna contra la poliomielitis, por el doctor *J. Salk*. Dicha vacuna fue luego perfeccionada a fin de poder administrarla en forma oral, en base a los trabajos del doctor *A. B. Sabin*.

BALANCE Y ESPERANZAS

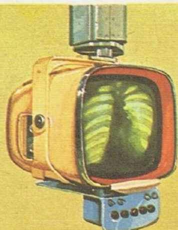
El mejor elogio de la terapéutica actual es el hecho de que no queda casi nada de la farmacopea del siglo XIX. Salvo los remedios comprobados, como la digital, el opio, la quinina y algunas vacunas, cada año o cada mes se abren nuevas vías: desde hace 3 lustros disponemos de antibióticos, de antihistamínicos sintéticos, de hormonas sintéticas, de anticoagulantes, de la cortisona y sus derivados artificiales, de los neurolépticos, etc. La quimioterapia domina toda la terapéutica actual y es la que mediante los hipnóticos perfeccionados y todo el cortejo de nuevas drogas permite los asombrosos progresos de la cirugía. El porvenir de la quimioterapia es inmenso puesto que el número de combinaciones químicas orgánicas es casi infinito. Cada vez que se aísla una sustancia y se reconoce su actividad se dispone de un punto de partida para investigaciones y nuevos descubrimientos.
Pero la química está muy lejos de resumir la terapéutica. Las hormonas, primero en la forma empírica de glándulas o de sus extractos y luego ya modificadas y sintetizadas, químicamente, intervienen también en forma activa.
Lo mismo ocurre con la nutrición, en la que las investigaciones comenzaron con las vitaminas, que en gran parte ya no se extraen sino se preparan industrialmente.
También los progresos de la física condicionan muchos adelantos de la medicina: sin los galvanómetros ultrasensibles no existirían el electrocardiograma o el electroencefalograma que registra las microcorrientes producidas por el corazón y el cerebro. Tampoco dispondríamos de los radioisótopos que se fijan electivamente sobre determinados tejidos sanos o enfermos, donde se controla cómodamente su concentración mediante los contadores Geiger.
Citemos por último los exámenes llamados complementarios como la cutireacción, la intradermoreacción, los análisis de las punciones esternales o los dosajes de los cetoesteroides que facilitan el trabajo del médico y le permiten confirmar y precisar un diagnóstico, establecer un pronóstico y controlar los efectos de su tratamiento.
Desde el punto de vista social la medicina cifra sus esperanzas en la higiene, ausente aún de continentes enteros. Tiene ante sí un trabajo muy arduo pero extraordinariamente prometedor. La ciencia moderna utiliza todas las ciencias nuevas o renovadas en los últimos años: la fisiología, la bacteriología, la química biológica, la física nuclear, etc. Cada descubrimiento hace crecer en progresión geométrica el número de adelantos realizables.



Utilización de D.D.T. contra el mosquito vector de la malaria.



Unidad móvil para el examen radioscópico de grandes sectores de población, sin tener que trasladarse a los grandes centros sanitarios.



Radiografía de tórax transmitida por medio de la televisión.

EMISIÓN TERMOIÓNICA

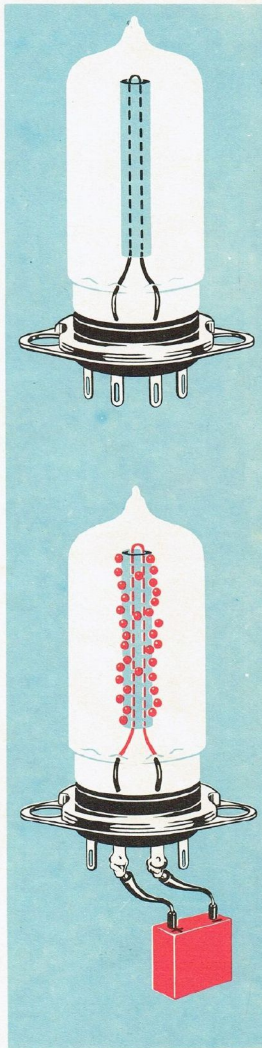
Se ha explicado ya que una corriente eléctrica es un caudal de electrones que saltan de un átomo a otro a lo largo de un conductor cuando entre sus extremos se establece una diferencia de presión eléctrica. Se vio también que los conductores son aquellos cuerpos que poseen "electrones libres", o sea electrones periféricos que pueden evadirse del átomo correspondiente y trasladarse a través de la masa del conductor. La moderna teoría de los quanta demuestra que en los conductores el electrón periférico no puede asociarse a ningún átomo en particular. Por esta razón los átomos que han perdido electrones quedan cargados positivamente y se disputan los electrones libres, lo que mantiene la cohesión del conductor.

POR QUÉ LA CORRIENTE NO ESCAPA DEL CONDUCTOR

El electrón libre que se halla en el seno de un conductor puede moverse con cierta soltura porque las atracciones de los átomos que lo rodean por todas partes se equilibran y anulan recíprocamente.
En cambio el electrón libre que está en la superficie del conductor es atraído hacia el interior por los átomos de éste, sin que exista ninguna compensación desde afuera (las moléculas que forman el aire no tienden a atraerlo y por otra parte están comparativamente tan dispersas que su efecto sería imperceptible).
Debido a esta razón se necesitan enormes diferencias de presión eléctrica para que salten chispas entre dos conductores paralelos separados por una distancia de algunos centímetros en una atmósfera no conductora (se entiende que si el aire está ionizado, o sea cargado de electricidad, será más fácil que brote la chispa entre ambos). En resumen, todas las fuerzas de atracción eléctrica del conductor tienden a que el electrón vuelva hacia él, pero no impiden que se traslade en su interior.
Un mecanismo similar, aunque no de naturaleza eléctrica, es el que produce la tensión superficial de los líquidos, es decir esa especie de membrana que rodea a las gotas de agua y otros líquidos: en efecto, las moléculas de la superficie son atraídas hacia adentro por las fuerzas de cohesión, sin compensación exterior.

POR QUÉ EL FILAMENTO CALIENTE PUEDE EMITIR ELECTRONES

Se entiende que si los electrones poseen mayor energía, es decir si el voltaje es más elevado, su probabilidad de escapar del conductor será mayor.
Pero también los electrones podrán evadirse de la prisión del conductor si, estando en exceso, los átomos de éste vibran con gran energía. En este último caso los proyectan a veces hacia el exterior. Sabemos ya que la vibración de las moléculas equivale simplemente a lo que percibimos como un aumento de temperatura; de ahí que un filamento caliente sea capaz de emitir electrones, y a veces partículas de su propia sustancia.



La figura superior representa el cátodo (polo negativo) de una válvula termoiónica. El cátodo se compone de una estructura metálica revestida exteriormente por una mezcla de óxidos de bario y de estroncio. Abajo: Cuando se calienta el cátodo (mediante una corriente que atraviese un delgado filamento dentro de la estructura o camisa) la mezcla de óxidos emite electrones que forman una nube a su alrededor. En la válvula electrónica el ánodo o placa positiva atrae dichos electrones negativos.

En el filamento de las lámparas comunes, la elevada temperatura hace que se emitan electrones y a veces partículas de tungsteno que tienden a ennegrecer las paredes de la lámpara. Debido a esta razón se abandonaron las bombillas eléctricas de vacío y actualmente se las llena con algún gas inerte contra el que chocan las moléculas errantes de tungsteno que así no se incrustan en el vidrio de la bombilla.
Con todo, en una lámpara común los electrones liberados se reúnen en una nube imponderable e invisible alrededor del filamento, porque nada los atrae fuera de él.

LA VÁLVULA TERMOIÓNICA

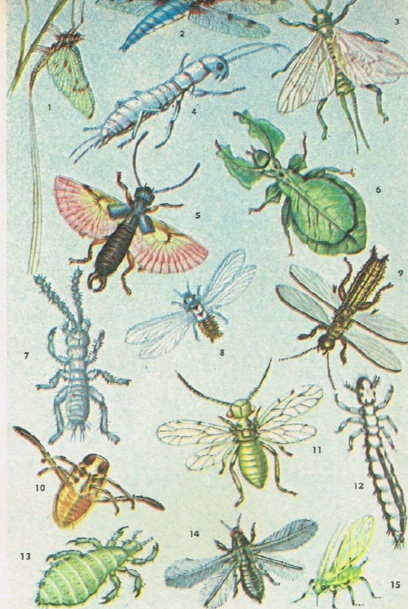
En la válvula termoiónica, además del filamento conductor caliente existe una placa metálica con carga positiva, llamada ánodo, que atrae a los electrones negativos liberados. Sabemos también que las cargas de signo contrario se atraen y que las de igual signo se repelen.
El material de que está construido el filamento es de importancia fundamental. En efecto, algunas sustancias dejan escapar fácilmente a los electrones mientras otras ejercen una atracción tan intensa sobre los suyos que se necesitan tensiones muy elevadas para romper la barrera superficial. Entre las aleaciones o mezclas más susceptibles de emitir electrones podemos citar el torio y carbono aleados con tungsteno, o bien las mezclas de óxido de bario y estroncio. Ambas se utilizan como cátodos (polos negativos) o fuentes de electrones en las válvulas.
Estos filamentos emisores de electrones o cátodos son de dos clases. La primera clase es de calentamiento directo, porque el filamento frío conduce la corriente y se calienta gradualmente debido a la resistencia que le opone. Otras son por fuerza de calentamiento indirecto, como la mezcla de óxidos de bario y estroncio, porque no deja pasar la corriente; entonces se hace necesario colocar una camisa que rodea al filamento y se pone al rojo blanco.
También los óxidos en cuestión pueden constituir simplemente la vaina o revestimiento de un filamento conductor interior que se caliente con el paso de la corriente.

IMPORTANCIA DEL VACIO

Tenemos ya un filamento negativo o cátodo capaz de emitir electrones y una placa positiva o ánodo capaz de atraerlo. Para facilitar el viaje de los electrones entre uno y otro es necesario eliminar las posibles colisiones con las moléculas interpuestas, para lo cual se suele realizar el vacío a fin de que el número de choques con las moléculas residuales del gas ambiente resulte insignificante. Este tubo de vacío, el más simple, se llama *diodo*.
Una válvula diodo es un tubo electrónico cuyo funcionamiento se funda en la emisión de electrones sobre un cátodo caliente. Sus aplicaciones, que veremos gradualmente, son numerosas.

VÁLVULAS ELECTRÓNICAS CON GASES

Se trata de dispositivos electrónicos que contienen gas o vapor a baja presión, en el que tiene lugar la descarga eléctrica. Un buen ejemplo de éstos son los rectificadores de corriente, que suelen contener vapor de mercurio, y que sólo pueden transmitir la corriente en un sentido, es decir desde el cátodo cargado de electrones hasta el ánodo que los atrae. Cuando la corriente se invierte la placa fría no puede emitir electrones hacia el filamento. De ahí el uso de estos aparatos para rectificar las corrientes alternas y transformarlas en corrientes continuas.
Existen también válvulas de gas con cátodo frío: producen descargas luminosas que sirven para mantener expedita la ruta de los electrones. Un ejemplo clásico serían los tubos de neón y en general los indicadores electrónicos luminosos.
Las válvulas de cátodo frío trabajan en general con alto voltaje y poca corriente y tienen la ventaja de ser instantáneas porque no necesitan que previamente se caliente el filamento. Las válvulas de filamento caliente suelen ser de bajo voltaje y considerable intensidad. En próximas notas veremos formas mucho más complejas, como por ejemplo el tiratrón.



TAXONOMÍA

LOS INSECTOS
(2a. parte)

ESPECIES CON ALAS Y CON METAMORFOSIS PARCIAL

Existen unas 15.000 especies de insectos **hemimetábolos,** o sea, cuya metamorfosis es sencilla o incompleta. Forman una subdivisión de los **pterigotos,** es decir, que son alados o, por lo menos, lo fueron sus antepasados. El sinónimo de "paurometábolos" refleja, simplemente, la "pobreza" de sus transformaciones.
En el orden de los efimerópteros las larvas viven varios años, pero en el momento de su transformación en insecto adulto, se atrofian sus órganos digestivos y éste sobrevive sólo unas pocas horas, las necesarias para la reproducción (**efímera,** 1). En el orden de los odonatos hay cuatro poderosas alas membranosas; estos insectos, muy parecidos a los de la era primaria, son carnívoros insaciables que atrapan sus víctimas al vuelo (**libélula** 2). El orden de los plecópteros incluye insectos de cuerpo duro, con alas transformadas en élitros y cuyas larvas acuáticas respiran mediante branquias (**perla,** 3). El orden de los grilloplátidos consta de unas pocas especies pequeñas y sin alas que viven en la tierra (**grylloblata,** 4). En el orden de los fásmidos encontramos los insectos que imitan hojas y ramas (**phyllium,** 6). Al orden de los ortópteros pertenecen los grillos y saltamontes, de alas generalmente duras y patas posteriores adaptadas al salto. El orden de los dermápteros posee alas delanteras pequeñas y rígidas, y unas "pinzas" en el extremo del abdomen; se distingue de los plecópteros casi exclusivamente por sus larvas (**fortícula,** 5). En el orden de los embiópteros, restringidos a las regiones cálidas, encontramos pequeños insectos que tejen habitáculos de hilo sedoso, en los que viven en común bajo las piedras (**embia,** 9). En el orden de los dictiópteros, de alas delanteras duras que ocultan a las posteriores, encontramos a la **mantis** religiosa o **mamboretá** y a la cucaracha americana. El orden de los isópteros, al que pertenecen las termitas o termes, se caracteriza por sus colonias divididas en castas de distinta fecundidad y con diferentes tareas (**archotermopsis,** 8). El orden de los zorápteros comprende escasos y pequeños individuos que viven entre los vegetales tropicales en descomposición (**zorotypus,** 7). El orden de los socópteros comprende insectos pequeños y sin alas, frecuentes en los nidos de aves y depósitos de basura (**peripsocus,** 11). Los piojos, carentes de alas y parásitos de mamíferos y aves, se agrupan en dos órdenes. El de los malófagos comprende a los piojos que pican y, por lo tanto, poseen mandíbulas (**lipeurus,** 12). El de los sifunculados abarca a los piojos chupadores, con trompas adecuadas a esa función (**pediculus,** 13). El orden de los hemipteros consta de insectos chupadores de sangre y jugos vegetales (**notonecta,** 10; chinche de agua o **aphis,** 15). El orden de los tisanópteros comprende diminutos insectos negros que suelen habitar en las flores (**taeniothrips,** 14). La metamorfosis no es privativa de los insectos. En la primera forma o **larva** no se reconocen los caracteres adultos. Después de algunos cambios intermedios, que pueden faltar, se llega a una fase de inmovilidad llamada **ninfosis,** en la que el animal digiere tejidos larvales y elabora tejidos adultos. Concluida esta etapa se llega a la aparición del **imago** o insecto perfecto.

NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

MEGALOMANÍA AÉREA

En 15 años, el transporte aéreo de correo se multiplicó por 8, el de pasajeros por 15 y el de mercaderías por 28. Para apreciar la actividad de una empresa de aviación, se multiplica la cantidad de pasajeros o de toneladas de carga por el número de kilómetros recorridos.
Una organización aérea internacional necesita una red de agencias, personal que revise las máquinas en cada etapa, almacén de repuestos para no menos de 3 modelos de aviones, especialistas en reparaciones, renovar el material cada 5 ó 10 años, etc. Esto explica por qué sólo Pan American y Air France (10 mil y 5 mil millones de pasajeros-kilómetro por año, respectivamente) obtienen beneficios. Organizaciones importantes como Sabena y KLM, por ejemplo (menos de 2 mil millones de pasajeros-kilómetro), necesitan ayuda oficial. La navegación aérea interior de los Estados Unidos duplica ya el índice de pasajeros-kilómetro del ferrocarril, y, sin embargo, en conjunto sufre pérdidas.
Ciertas fusiones (SAS, que concentra las flotas de Dinamarca, Noruega y Suecia) responden a la lógica de la técnica. Pero cada nueva nación ha querido disponer de su propia flota aérea: Air-Guinea y Air-Mali (esta última con 293 empleados para transportar 800 pasajeros por año), ostentan el récord de déficit por pasajero, agravado por la multitud de marcas de aviones que utilizan. La BOAC, que "reinaba" entre Londres y Australia, afronta, con pérdidas para todos, la competencia de las líneas de la India, Pakistán, Malasia, etc. (la navegación aérea difiere de la marítima en que los tratados limitan la frecuencia de los viajes y los tipos de pasajeros o carga que podrán embarcarse).

FÓSILES RESUCITADOS

Hace poco hablábamos de algas del período permiano (hace 250 millones de años), que revivieron en laboratorio. Provienen de las minas de Berezniki, en los Urales, que contienen una mezcla de sal común, o cloruro de sodio, y de cloruros de potasio y de magnesio, que son el motivo principal de su explotación (los primeros para abonos, y el magnesio para la aeronáutica). La sal común era incolora y los otros dos cloruros, rojizos, lo que se atribuía a contaminación por óxido de hierro. El sabio N. T. Chudinov, deseoso de perfeccionar la separación de estos ingredientes, los estudió detalladamente; encontró que además de hierro, había un 1 % de materia orgánica y observó que por dilución en el agua se formaba una materia amarillenta, con diminutos núcleos verdes en su interior, la cual engendraba luego unas especies de algas.
El problema principal consistía en saber si se trataba realmente de algas antiguas o de una contaminación por organismos contemporáneos. Para esto se repitió la experiencia innumerables veces, con toda clase de precauciones, y se llegó a la evidencia de que los gérmenes se habían conservado en estado de vida latente durante 250 millones de años. Es la primera vez que semejante comprobación se hace en gran escala con todas las garantías científicas. Entre los precursores citemos al Dr. Dombrowski, que logró hacer revivir bacterias extraídas de las minas de Zechstein, en Alemania. Se atribuye una gran importancia a los 200 ó 300 metros de sedimentos que protegen la mina de la acción de los rayos cósmicos.

PARA QUÉ SIRVE LA ASTRONÁUTICA

Cuando alrededor de 1970 descienda un ciudadano estadounidense sobre la Luna, su país habrá invertido unos 30.000 millones de dólares en programas espaciales; y el esfuerzo soviético será, sin duda, equivalente. ¿Cuáles son las ventajas concretas de tan tremendo esfuerzo? Haremos abstracción de las inmensas posibilidades científicas, para exponer lo que ya se ha conseguido en el campo de la práctica.

Los satélites técnicos. — Antes del **Telstar**, América y Europa estaban unidas por 343 líneas telefónicas. Este satélite puede retransmitir 300 comunicaciones simultáneas, y los que se proyectan podrán transmitir en dos segundos todo el contenido de un diario. Los satélites meteorológicos, como el **Tiros**, permitieron ganar, mediante sus microondas de rayos infrarrojos, 48 horas en la previsión de los tornados; además, economizan muchos traslados inútiles de rompehielos al indicar la ubicación de los campos helados, y, accesoriamente, informan sobre los incendios de bosques. Los satélites de tipo **Transit**, por su parte, permiten a barcos y submarinos establecer su posición muy rápidamente con un error de menos de 500 metros.

La miniaturización. — La necesidad de obtener productos eficaces y livianos y los inmensos créditos disponibles, han sido un latigazo para la industria que produjo ya 3.200 sustancias nuevas con este objeto. Después del perfeccionamiento de los transistores se llega a los **circuitos integrados,** que permiten acumular una increíble cantidad de sistemas electrónicos en el volumen de una caja de cerillas. Una de las técnicas consiste en depositar en el vacío una película metálica de extrema delgadez, a fin de obtener redes interconectadas; otra, ejecuta el circuito completo sobre el minúsculo grano que constituye la cabeza del semiconductor. Gracias a estos circuitos integrados se ha transformado toda la técnica de las calculadoras electrónicas: existen ahora computadoras que sólo pesan 8 kilos para una memoria de 16.000 signos, y se calcula que su costo futuro se reducirá a la quinta parte del actual. (Las computadoras invaden la industria y el comercio, y los soviéticos calculan que dentro de 20 años necesitarán un millón de operadores adiestrados para calculadoras.)
Entre las aplicaciones a la vida cotidiana citemos el radar en miniatura para ciegos, que les permite "oír" los obstáculos, fijos o móviles, por resonancia, un poco a la manera de los murciélagos que emiten chillidos ultrasónicos.

Nuevos materiales. — Aquí no hay nada absolutamente original, pero las exigencias son mucho más severas. Se trata, en efecto, de obtener materiales extremadamente livianos pero de gran resistencia mecánica y térmica. Los nuevos aceros a base de cromo, molibdeno y vanadio, como el Vascojet 1.000, son casi tres veces más resistentes que los aceros clásicos. El berilio ha entrado en la industria porque, siendo apenas más pesado que el magnesio, es tan rígido como el molibdeno, tan refractario como el titanio, tan resistente a la oxidación como el aluminio y soporta admirablemente la corrosión; sus inconvenientes más graves son su toxicidad y su extrema fragilidad. El berilio es indispensable en la industria nuclear porque casi no atrae los neutrones, y en la astronáutica, para las ojivas que protegen la nave cuando vuelve a penetrar en la atmósfera; además se lo utiliza para construir giróscopos de gran estabilidad dimensional y considerable rigidez, y como ventana transparente en los aparatos de rayos X. Este año, un coche construido con berilio participó en la célebre carrera de automóviles de Indianápolis. También se ha perfeccionado el titanio para su uso en la cápsula Mercury y se lo emplea ya en el tren de aterrizaje del Boeing 727, así como para la fabricación de recipientes de hidrógeno líquido. Para soldar los materiales refractarios que emplea la astronáutica hubo que perfeccionar un soplete que emite electrones de alto poder y permite soldar uniones que resisten temperaturas de 1.700°C. Por su parte, los hornos utilizan el pirografito perfeccionado, que se empleó por primera vez en astronáutica.

Energía. — La astronáutica permitió perfeccionar la pila de gases, que transforma directamente la energía química en eléctrica. El rendimiento de las baterías solares se ha multiplicado por 300 y su uso en la superficie terrestre ya puede ser redituable. El hidruro de litio, como reserva de hidrógeno, tendrá, con seguridad, muchas aplicaciones en la industria. Y por último, se encara ya seriamente la realización del famoso motor a eyección de iones de cesio, cuyo poder y posibilidades son inmensas.

Medicina. — Para mejor control de los cosmonautas se construyeron aparatos que permiten mediciones fisiológicas continuas. También se fabrican ahora simuladores cardíacos, munidos de baterías especiales, que han salvado ya muchas vidas humanas, y que, al ser portátiles, podrán permitir al paciente una existencia casi normal. Para los viajes espaciales largos se estudia y perfecciona la hibernación, consistente en disminuir la temperatura y dejar al paciente en estado de vida latente: cada adelanto que se logra es inmediatamente utilizado en cirugía. Por último, se han creado sustancias químicas que procuran proteger el organismo del cosmonauta de las radiaciones peligrosas y, de esta manera, amplían el campo de los medicamentos antirradiactivos.



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

TIBURONES

¿Por qué aumenta el número de víctimas de los tiburones? (J. B.)

Debido al incremento de los deportes acuáticos, no a la mayor ferocidad de los tiburones. Los mares cálidos (más de 18°C) son los más peligrosos, pero también hay tiburones en las regiones árticas. De las 300 especies conocidas sólo unas 30 son realmente peligrosas; el tamaño del animal, que oscila entre 50 cm. y 18 metros, no es una indicación segura, porque existen tiburones enormes que sólo pueden comer el microscópico plancton.

El sentido básico del tiburón es el **olfato**: puede percibir a 500 metros la sangre o el pez muerto, y por eso se lo considera una verdadera "nariz nadadora"; su segundo sentido es su capacidad para **percibir las vibraciones**, que se hace patente cuando los tiburones acuden desde millas y millas a la redonda, cuando se hunde un barco o cuando un avión cae en el mar. Su cerebro muy pequeño hace que el animal sea casi insensible al dolor y actúe por reflejo, a menudo con prescindencia de los estímulos externos.

Ninguna sustancia para repeler tiburones es totalmente efectiva. Las antiguas se componían de acetato de cobre y carne de tiburón en putrefacción, y resultaban ineficaces contra muchas especies del Caribe y del Pacífico. Actualmente se ensaya la nigrosina (un colorante negro), sistemas eléctricos, productores de ruido y cortinas de burbujas. En Australia se rodean las playas con alambre tejido. Si se tiene un cuchillo es necesario dar en la nariz del tiburón: es contraproducente defenderse con las manos porque la piel del animal, semejante al papel esmeril, produce una abrasión y derrame de sangre que atrae a sus congéneres.

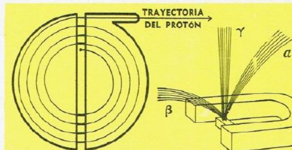
Quien sufra una cortadura en el agua debe abandonar ésta inmediatamente, debido al poderoso olfato de los tiburones. Los que pescan no deben atar sus presas a la cintura, porque el olor del pescado muerto los atraerá si caen al mar. Por último, si se advierte la proximidad de un tiburón, conviene dirigirse silenciosamente hacia la playa para no atraer a los demás y conservar la ropa si se puede nadar con ella, a fin de evitar la abrasión por la rugosa piel del animal. La forma en media luna de su mordedura es característica; el tiburón no necesita forzosamente darse vuelta para morder.

Suavicemos este panorama diciendo que el tiburón es un excelente producto de consumo y que Noruega encabeza, quizá, el grupo de naciones que lo pescan y envasan.

ACELERADORES NO LINEALES

¿Qué es un ciclotrón? (J.J.P.)

Es un acelerador de partículas subatómicas, generalmente protones, que **TECNIRAMA** explicará en detalle. Su objeto es obtener haces de elevada energía para desintegrar otros átomos. Su principio es que un campo magnético tiende a imprimir trayectorias circulares a las partículas con carga eléctrica. Se compone de dos recipientes metálicos semicirculares de diferente voltaje: cada vez que la partícula pasa de uno a otro, la tracción eléctrica la acelera. Así, con una tensión de 100.000 voltios y 300 vueltas, la velocidad que se alcanza corresponde a 30 millones de voltios.



El ciclotrón. Las partículas cargadas y progresivamente aceleradas recorren una espiral entre dos recipientes en forma de D. Separación de elementos subatómicos. Un imán desvía las partículas "alfa" + (α) y las partículas "beta" — (β) en sentidos opuestos. Los rayos gamma (γ), que son neutros (ni positivos ni negativos), no alteran su trayectoria.

TABLA PERIÓDICA

¿Publicarán una tabla periódica de elementos? (J.C.N.)

Publicaremos en un próximo número la **tabla periódica de los elementos** actualizada. Le recordamos, sin embargo, que algunas propiedades de los elementos transurónicos no se determinaron debido a las cantidades demasiado pequeñas que se han obtenido.

Y PARA CONCLUIR...

MÁQUINA PARA PREDECIR ECLIPSES

El Nautical Almanac Office de Gran Bretaña posee una máquina que reproduce, sobre un globo terrestre de 30 cm. de diámetro, los desplazamientos de la sombra de la Luna. Un proyector representa el Sol o la estrella que se desea. Es muy veloz, su precisión es de dos minutos de arco y facilita los cálculos ulteriores si se requiere mayor exactitud.

BURIDAN, EL DEL ASNO

La fábula del asno de Buridan, que murió de inanición por no decidirse entre las atracciones antagónicas del alimento y del agua, nos hace olvidar a menudo que Juan Buridan fue un distinguido profesor del siglo XIV y un pensador original. Mucho antes que Newton consideró el peso o **gravitas**, como resultado de la atracción terrestre, y llegó a la noción de impulso y energía, o **ímpetus**, como él mismo decía.

LA LUZ EN EL VACÍO

Después de la medición "de laboratorio" de la velocidad de la luz, veamos otra, astronómica, de resultados coincidentes. Los satélites de Júpiter se ocultan periódicamente tras el planeta. En 1675 Roemer observó que ese bellísimo reloj cósmico **adelantaba** cuando Júpiter se acercaba a la Tierra, y viceversa, y lo atribuyó, inmediatamente, a que la velocidad de la luz no es infinita. Cuando reaparece el satélite que se había eclipsado tras Júpiter, está más cerca o más lejos de nosotros, según el caso, y su imagen tarda más o menos tiempo en llegarnos. Conociendo las distancias respectivas, el cálculo es sencillo.

AZAR Y DESCUBRIMIENTO

La cueva de **Altamira** fue descubierta por una niña. La **Mammouth Cave**, la mayor del mundo, por un cazador que perseguía a un oso. La de **Aurignac**, tan célebre que bautizó toda una civilización prehistórica, apareció casualmente después de remover un obstáculo. La admirable gruta de **Dargilan** fue encontrada por un pastor que seguía la huella de un zorro. La caverna de **Eisriesenwelt**, con los glaciares subterráneos más vastos que se conocen, por otro pastor. Un "cow-boy" reveló las grutas de **Carlsbad** (en Estados Unidos) en 1901; mientras cabalgaba en el crepúsculo, vio elevarse un "humo", que atribuyó a una erupción, y escapó. Al día siguiente, su curiosidad lo llevó a toparse con la entrada de una caverna y, asombrado, observó que el supuesto "humo" eran miles de murciélagos que alzaban vuelo en el crepúsculo. Y hace muy poco la gruta de **Lascaux**, de la que hablamos en TECNIRAMA Nº 6, fue descubierta por tres muchachitos que jugaban a los soldados. Ya lo dijo Mme. de Sevigné: "Hay mucho de ventura en el descubrimiento..."

NOTICIA DE HACE 50 AÑOS

La vuelta al mundo: "El señor Mears, en nombre del **Evening Sun**, acaba de completar la vuelta al mundo en 35 días, 21 horas y 35 minutos, bajando así en cerca de 4 días el registro de Jaeger Schmidt, en 1911".

FRASES CÉLEBRES

Dijo E. B. White: "La raza humana es demasiado ingeniosa. Imaginamos que la naturaleza debe ser reducida a la impotencia, pero tendríamos mejores probabilidades de sobrevivir si nos adaptásemos a nuestro planeta y lo considerásemos con estima y no con desconfianza o dictatorial desdén."

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	30.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COLOMBIA,	Pesos	2,50	*ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*COSTA RICA,°	Colones	2.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4.—
*CHILE,	Escudos	0,60	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—	*VENEZUELA,	Bolívares	1,25

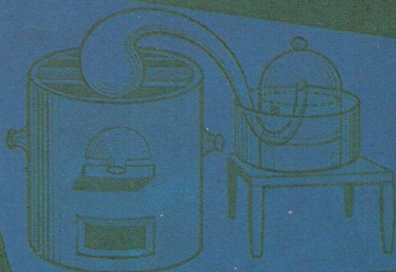
Aparece todas las semanas

*Distribución a partir del 30 de diciembre de 1963

Nº 12

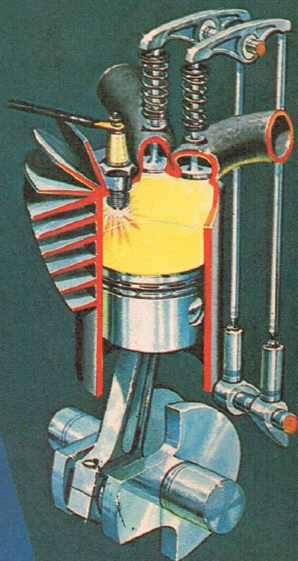
tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®









CONSEJO DE ASESORES DE TECNIRAMA

AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: Dr. Carl L. CORE (Decano Univ. West Virginia), clasif. de las plantas. Ralph A. CLARRIDGE (Direct. General Electric), termómetros. Dr. Edward F. HAMMEL (Jefe Lab. Científ. Los Álamos, USA), medición bajas temperaturas. Jean TERRIEN (Observat. de París), microscopio. George LEDYARD STEBBINS (Prof. Escuela Agricult. Univ. California), evolución de los vegetales. Bernard JAFFE (Dir. James Madison High School, N. York), terminología química. Kenneth HUTTON (Dir. Escuela Técnica Hatfield), terminología química. Dr. Max HERZBERGER (Consultor Eastman Kodak Laboratory), lentes. Kenneth A. BURCHARD (Inst. Carnegie de Tecnología), impresión en colores. Laurence B. SIEGFRIED (Prof. Escuela de Periodismo, Univ. Syracuse, USA), matrices para impresiones. Peter Van de KAMP (Pres. Sec. Astronomía Stuarthmore College), movimientos estrellas. H. W. NEWTON (Observ. Greenwich), Sol. Dr. T. Alfred HOWELLS (Inst. Química del Papel, USA), ignífugos. Dr. P. D. STAUSBANGH (Prof. Botánica, Univ. West Virginia), taxonomía vegetal. Walter GIBBONSFLY (Consultor técnico Cinerama Inc.), proyección amplificador. Dr. Ralph A. BURTON (Dir. del Southwest Research Inst.), dilatación térmica. Dr. Harry F. OLSON (Dir. Radio Corp. of America Lab.), grabación óptica. Dr. Edward G. STUART (Prof. Patología Centro Médico Virginia), músculos. John W. EVANS (Direc. Observ. Sacramento, Fuerza Aérea USA), Sol. Joseph S. MERTLE (Minnesota Mining and Manuf. Co.), matrices de impresión. Edward K. KAPRELIAN (Lab. de Inv. y Revel. Armada USA), lentes. Pierre ALORGE (Dir. Lab. Altos Estudios), clas. vegetales.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por

EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



TOMO I
AÑO I
Nº 12

SUMARIO

Distribuidores, Agentes de Suscripciones y Venta de Números Atrasados, ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana S. A., Carrera 7ª nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924. San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S. A., Santo Domingo 1175, Santiago. **EL SALVADOR:** Distribuidora Salvadoreña S. A., Av. España 344, San Salvador. **ESPAÑA:** Central Española de Publicaciones S. A., Balmes 96, Barcelona. **GUATEMALA:** De la Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Srta. Hortensia Tijerino, Salvador Mendieta 111, Tegucigalpa. **MÉXICO:** Distribuidor Dispublex S. A., Dir. responsable Marcial Frigolet, Bolívar 154, México D. F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdés, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S. A., Jirón de la Unión 284, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Compañía Uruguaya de Ediciones S. A., 25 de Mayo 620, Montevideo. **VENEZUELA:** Venezolana de Publicaciones C. A., Princ. a Sta. Capilla 4, Caracas.

Semanario ilustrado publicado por Editorial Codex S. A., Bolívar 578, Buenos Aires, Argentina. Director: Nicolás J. Gibelli.

TEMA DE LA CUBIERTA:
EL FUEGO. A la izquierda: el sodio comunica a la llama un color amarillo. En el centro: extinguidor a base de espuma. A la derecha: el impacto de la ignición en un motor de combustión interna. Arriba: esquema de la experiencia clásica de Lavoisier sobre oxidación.

Correo Apartado Central B | TARIFA REDUCIDA | Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Carreteras luminosas. — En Toronto, Canadá, se ha logrado sintetizar un sustitutivo del asfalto, que absorbe la radiación ultravioleta del sol y durante la noche es luminiscente. Resulta mucho más eficaz que las capas de pintura fosforescente que se habían ensayado hasta ahora.

El virus de la rubéola. — Dos institutos estadounidenses anuncian, simultáneamente, haber descubierto el virus de la rubéola, que parece pertenecer a un tipo distinto, sin relación con los otros virus conocidos. Se espera llegar pronto a un diagnóstico más exacto y a la preparación de vacunas.

El Syncom II. — El Syncom II es el primer satélite sincrónico, es decir, que gira en veinticuatro horas, como la Tierra. Oscila 33° al norte y al sur del Ecuador, a lo largo del meridiano 55° oeste. Su altitud o distancia a la superficie de la Tierra es de unos 34.000 Km., y se la ajustó mediante pequeños chorros de agua oxigenada. Su función es la de un reflector de comunicaciones.

Frenos de disco. — Los ingenieros estadounidenses estiman que sería necesaria una fuerza demasiado grande, en el pedal del freno, para detener eficazmente los nuevos vehículos más pesados. Ello implicaría la introducción de aparatos de succión, y ha detenido, parcialmente, el impulso de las nuevas formas de frenos de disco.

Ayuda a la investigación. — Los gastos de EE. UU. para investigación científica y técnica, en 1963, equivalen a 10 millones de kilos de oro fino.

El Tresher. — Según el Ministerio de Marina de los EE. UU., la causa más probable del hundimiento del submarino atómico Tresher fue una falla del sistema de tuberías de agua salada, que pasaba por la sala de máquinas.

NO TODOS SABEN QUE...

● Los presupuestos de publicidad de las grandes marcas de automóviles equivalen, por unidad vendida, al costo de los neumáticos. ● Se tiende a eliminar las voces de mando, en los barcos, mediante cerebros electrónicos que vinculan el puente de mando con la sala de máquinas. ● Desde el siglo XIII los chinos acoplaban cohetes a sus flechas con el objeto de aumentar su alcance. ● Un aparato sensible para medir la gravitación registra, fácilmente, la presencia de montañas o depresiones; los satélites equipados con estos gravímetros han demostrado fehacientemente que la forma de la Tierra es muy parecida a la de una pera, con la punta en el polo Norte. ● La mina de carbón de Fan-Yagnob, en la Unión Soviética, está incendiada desde los más lejanos tiempos históricos. Las autoridades se proponen comenzar ahora su explotación.



NOTICIAS DE MAÑANA

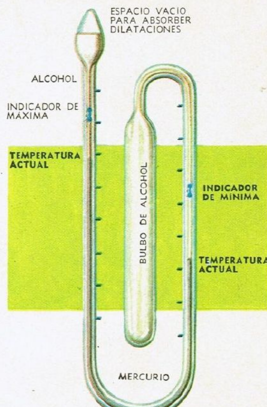
Lubricante de largo aliento. — La British Petroleum Company anuncia un nuevo ingrediente multigrado que permitiría recorrer cerca de 20.000 Km. sin cambiar el lubricante. Es utilizable en invierno y en verano, e impide la formación de depósitos de carbón y otros sedimentos durante largo tiempo.

Superperro. — Se conocen ya híbridos de tigre y león, de leopardo y león, de pavo y gallina. Desde hace años se procura conseguir un superperro mediante cruzas con chacales, hienas y lobos. Después de muchos accidentes y de casos de locura por desequilibrio hereditario, se ha obtenido un híbrido atlético de 90 kg. de peso y casi un metro de altura (Johannesburg, Sudáfrica).

Basalto fundido para motores. — Los técnicos soviéticos están reemplazando el metal por piedra fundida y colada, que dura casi diez veces más, en las partes de motores expuestas a gran desgaste y corrosión. Resulta mucho más barata, permite emplear residuos de minería y metalurgia, y sus reservas son casi inagotables.

Dormir en el agua. — Los fisiólogos consideran que más de la mitad del esfuerzo físico empleado al dormir es debido a la gravedad. Se acaba de fabricar una "cama" en la que el durmiente flota en agua tibia y salada y descansa en tres horas y media tanto como en ocho horas de sueño habitual.

DILATACIÓN Y TERMÓMETRO



TERMÓMETRO DE MÁXIMA Y MÍNIMA PARA METEOROLOGÍA

Hay un hilo de mercurio (8) entre dos recipientes de alcohol (5 y 11). Cuando la temperatura aumenta el mercurio se desplaza hacia el bulbo Nº 5, porque éste tiene un espacio libre para absorber el empuje del depósito Nº 11. Cuando el dispositivo se enfría sucede a la inversa. El mercurio, que no moja a los indicadores (6 y 10), los empuja en sus desplazamientos; el alcohol, en cambio, no los afecta. Se obtiene, así, un registro de las temperaturas máximas y mínimas en un lapso determinado. Los indicadores, de porcelana, tienen en su interior un trozo de hierro, para volverlos, mediante un imán, al punto inicial. El aparato se mantiene horizontal.

El calor dilata los gases, los líquidos y los sólidos; por lo tanto, todos ellos pueden, en principio, medir las temperaturas.
Los gases se dilatan mucho: 1/273 de su volumen a 0°C por cada grado de aumento de temperatura. Un balón lleno de gas, conectado a un tubo recorrido por una gota de mercurio, señala fácilmente un aumento de temperatura. Pero, desafortunadamente, los gases son también sensibles a la presión, y su empleo se limita a fríos extremos.
La dilatación de los sólidos se mide en millonésimas, de modo que los termómetros llamados bimetálicos (una varilla cuya mitad izquierda es de un metal y la derecha de otro, ambos con diferentes coeficientes de dilatación), que se incurvan según la temperatura, son poco sensibles (5 ó 6°C.)

TERMÓMETROS A BASE DE LÍQUIDOS

Utilizan la diferencia de dilatación entre los líquidos, cuyos coeficientes se miden en milésimas, y el recipiente sólido, que se expande por millonésimas. Para que la dilatación sea más visible existe un bulbo, o depósito voluminoso de líquido, y un tubo capilar, muy delgado, que refleja con gran sensibilidad cualquier variación de volumen. Claro está que si el bulbo es muy grande tardará mucho en calentarse, y el termómetro será lento.

TERMÓMETROS ESPECIALES

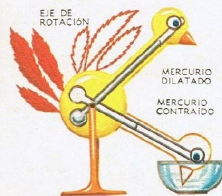
El termómetro clínico —según vimos en *Temperatura y Termómetro* (pág. 188)— es un termómetro de *máxima:* el mercurio sube a través de un estrangulamiento, pero es incapaz de bajar por él si no se lo sacude. En meteorología se utilizan termómetros de máxima y mínima, como se ilustra en la figura.
Para los fríos extremos los termómetros convencionales no sirven porque se congelan y, además, su dilatación no es proporcional a la temperatura. Asimismo, tienen que ser independientes de los campos magnéticos que se usan para aproximarse al cero absoluto (véase pág. 214).
Como el frío modifica la resistencia de los materiales, los alambres de platino dan buenas mediciones hasta 269°C bajo cero; el bronce fosforoso, hasta 3 centésimas del cero absoluto, y el carbón, hasta 5 milésimas del frío máximo, con un error de sólo un diezmilésimo de grado. Pero, por desgracia, toda resistencia opuesta al paso de una corriente engendra calor, y modifica la baja temperatura, tan difícil de lograr. Se prefiere, por lo tanto, utilizar gases o vapores a muy baja presión (precisión: un centésimo de grado; son lentos), o gases como el helio, hasta 272°C bajo cero, y de allí en adelante, sustancias con un magnetismo especial (sales, hasta un milésimo de grado absoluto, y cobre, hasta un millonésimo de grado absoluto).

ERRORES DE LOS TERMÓMETROS

Cuando una parte del termómetro queda fuera del cuerpo cuya temperatura se mide, es necesario prever esa diferencia en la llamada *sección emergente* (por ejemplo, la parte que sobresale de la boca del paciente). En la medición de altas temperaturas el cuerpo del termómetro o su protección pueden disipar calor. La inercia térmica, que proviene de la necesidad de calentar un bulbo demasiado grande, es también un factor de error. La dilatación desigual de ciertos líquidos, llamada *error de gradiente,* puede ser grave: por ejemplo, el agua se contrae hasta los 4° y luego se vuelve a dilatar hasta 0°, de manera que puede tener un mismo volumen para dos temperaturas diferentes. Por eso se prefiere el mercurio, que se dilata *con regularidad.*

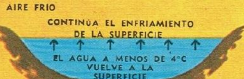
APLICACIONES Y VARIANTES

Si el líquido es conductor, mediante una conexión eléctrica a la altura deseada, el termómetro puede servir como dispositivo de alarma. Ya explicamos los pirómetros ópticos y el uso de lápices o pinturas que cambian de matiz con el calor. Los termistores (semiconductores cuya resistencia *disminuye* con el calor) son extraordinariamente sensibles pero inestables. Además, en temperaturas muy bajas su resistencia es excesiva y en las muy elevadas se deterioran. Los alambres de platino, níquel y cobre delgados (se explicaron con los pirómetros), cuya resistencia aumenta con la temperatura, son estables, resistentes y muy seguros, pero no tan sensibles. Como el mercurio se dilata muy poco, requiere un bulbo relativamente grande, lo que implica cierta lentitud (un minuto para los buenos termómetros clínicos). El termómetro Beckmann permite una precisión de un milésimo de grado: su bulbo de mercurio es muy grande, y regulable según la temperatura que se desea medir (de otro modo el tallo del termómetro sería larguísimo). Muchos hidrocarburos, de la familia de la gasolina, son útiles para temperaturas relativamente bajas, pero, por desgracia, son muy sensibles a la presión.



El **pájaro sediento** es un juguete que gira **casi** alrededor de su punto de equilibrio. Al aumentar la temperatura el mercurio se expande y la cabeza baja hasta sumergirse en el agua. Ésta, que por evaporación siempre pierde alguna cantidad de calor y está un poco más fría que el mercurio, lo hace retroceder. Entonces, el pájaro vuelve a erguirse hasta que concluya la evaporación del agua por su pico humedecido. El mercurio se dilata y el ciclo recomienza.







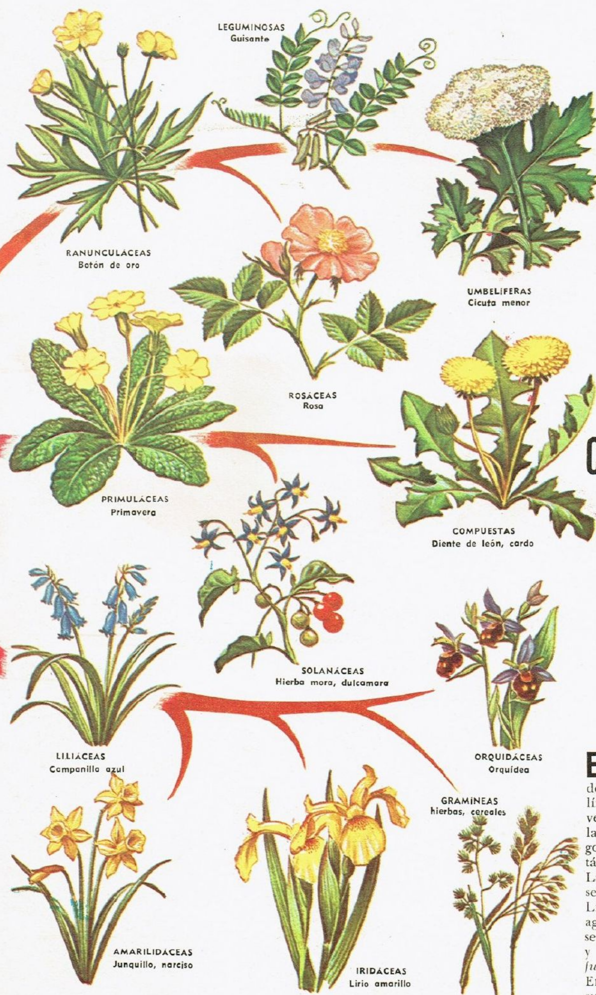
LOS ANIMALES Y VEGETALES ACUÁTICOS VIVEN CÓMODAMENTE EN ESTAS CONDICIONES

CÓMO SE CONGELA UN ESTANQUE DE AGUA

El agua es una sustancia excepcional que se dilata al solidificarse. Cuando se enfría hasta los 4°C, se contrae, se hace más densa y va hacia el fondo, mientras sube el agua más caliente. Luego, de 4° hasta el punto de congelación, sube nuevamente. El resultado es que el hielo queda en la superficie, y como es un mal conductor de la temperatura, la fauna y la flora acuáticas pueden vivir cómodamente bajo él, en las aguas cuya superficie está congelada. Además, si el hielo fuera hacia el fondo de los mares, no se derretiría al llegar la primavera siguiente; de este modo, poco a poco, casi toda el agua de la tierra se congelaría.



CICADÁCEAS
CONIFERAS
HELECHOS
GINKOÍNEAS
Ginko
LICOPODIOS O MUSGOS TERRESTRES
GIMNOSPERMAS
600 especies
Dicotiledóneas
134.000 especies
Monocotiledóneas
40.000 especies
ANGIOSPERMAS
174.000 especies
EQUISETÁCEAS
Belchos
MUSGOS
BRIOFITAS
25.000 especies
Hongos
65.000 especies
HEPÁTICAS
Bacterias y algas
microscópicas (cianofíceas)
20.000 especies
PTERIDOFITAS 10.000 especies
FANERÓGAMAS O ESPERMOFITAS
175.000 especies
ESQUISOFITAS 35.000 especies
Algas
20.000 especies
TALOFITAS
140.000 especies
TRAQUEOFITAS
(sistema vascular)
185.000 especies
CORMOFITAS
(raíz, tallo y hojas)
210.000 especies
DWO



CLASIFICACIÓN DE LOS VEGETALES

Es fácil distinguir las plantas superiores de los animales superiores; en cambio, los límites entre las especies más simples son, a veces, muy imprecisos. Existen seres, como las *clamidomonas* y el *volvox*, que los zoólogos consideran animales, pero que los botánicos clasifican entre los vegetales.

La clasificación actual de los seres vivos se apoya aún en la gran obra del sueco Linneo. Pero, en el fondo, su criterio para agrupar las especies era arbitrario, porque se limitaba a buscar algún carácter visible y cómodo, sin preocuparse si era o no *fundamental*.

En el siglo pasado las ciencias biológicas sufren un vuelco. Descartada la posibilidad de la generación espontánea, aparece Darwin, que, con su teoría de la selección de

TALOFITAS

Su cuerpo o "talo" es tan rudimentario que no puede dividírselo en raíz, tallo y hojas. Algunos biólogos consideran que las **esquizofitas** (bacterias y algas unicelulares) forman un subreino separado.

Bacterias. — Unicelulares, incoloras o coloreadas. Menos de un centésimo de milímetro de diámetro. Suelen carecer de clorofila. Núcleo mal definido.

Algas. — Muy numerosas, desde las microscópicas y unicelulares, hasta las gigantescas algas marinas. Generalmente acuáticas, carecen de órganos diferenciados y semillas. Poseen clorofila. Las **mixofitas**, gelatinosas, viven en el barro y los vegetales en descomposición.

Hongos. — Son parásitos o saprófitos (viven de restos de organismos) porque carecen de clorofila. Se reproducen generalmente por esporos. Los **líquenes**, curiosa mezcla de hongo y alga, son terrestres, logran sobrevivir en lugares inhabitables para otros vegetales, como las rocas.

BRIOFITAS

Sus principales divisiones anatómicas (raíz, tallo, hojas) existen, pero se distinguen difícilmente.

Musgos. — Forman el grupo más importante, con tallo bien definido y hojas pequeñas. Las raíces son delicados pelos o rizoides. Hay musgos verticales y plumosos, y los hay rastreros. Se reproducen por esporos femeninos y masculinos.

Hepáticas. — A veces se parecen a los musgos, pero sus hojas carecen de nervadura central. Su ciclo vital, también sexual, es similar al de los musgos. Son pequeñas y sus raíces se componen de pelos o rizoides.

PTERIDOFITAS

Además de los órganos elementales (raíz, tallo, hojas) poseen un sistema circulatorio, o **sistema vascular**, para el transporte interior de líquidos y alimentos.

Licopodios. — Su sistema vascular es un cilindro en la parte central del tallo, con separaciones para el agua que asciende y los alimentos que descienden. Suelen reproducirse generalmente por esporos masculinos y femeninos.

Helechos. — Forman el grupo más importante. Sus grandes hojas, muy ramificadas, forman los esporos, también sexuales. El tallo suele ser pequeño. Hubo helechos enormes en la era primaria.

Belchos. — Se distinguen por su tallo nudoso y sus hojas, que emergen de los nudos en forma de ramilletes. La parte del tallo que queda bajo tierra forma un rizoma con raíces. Reproducción por esporos sexuales.

las especies, sugiere un *parentesco real* entre organismos, aunque esta descendencia hubiera existido sólo en la mente del creador. La paleontología se apodera del timón de la clasificación zoológica y botánica para decirnos cómo aparecieron realmente las especies, cómo están vinculadas y cuáles especies nacieron de otras. Las formas de transición son siempre poco abundantes y efímeras, lo que dificulta el trabajo; pero se puede considerar que la clasificación botánica está prácticamente concluida (habrá, sin duda, retoques de detalles).

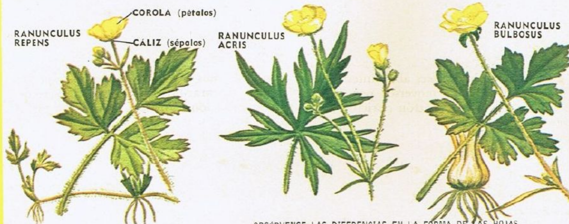
QUÉ ES UN VEGETAL

No existe un criterio único. De las 350.000 especies conocidas, más de 250.000 tienen un pigmento verde complejo (del grupo de la clorofila) que, en presencia de luz, les permite sintetizar la parte principal de su propio cuerpo. En la mayoría de los vegetales los tejidos embrionarios, es decir, los lugares donde las células se multiplican, son abundantes, persistentes y activos: en principio, el crecimiento del vegetal es ilimitado, mientras el animal se somete a un esquema mucho más rígido. Casi todos los vegetales tienen, también, una armazón de celulosa. Y, por último, es común que las plantas sean inmóviles y los animales estén dotados de locomoción.

CÓMO SE CLASIFICAN LOS VEGETALES

No hay acuerdo entre los especialistas porque la división es en parte artificial. El elemento natural y fundamental de la clasificación es la especie, que se define por la capacidad de los individuos para reproducirse *dentro de ella*. En esto se procede como en la clasificación de los animales: por ejemplo, dos gatos de variedades distintas pueden engendrar hijos fecundos, pero ello no es posible entre el tigre y el gato, porque pertenecen a diferentes especies.

Hay dos motivos principales para clasificar las plantas: el primero es reconocerlas fácilmente; el segundo, establecer su parentesco en la evolución. Para el primer objetivo se utilizan claves analíticas, como las características de los pétalos, de las hojas, etc. Este método se parece, en cierta manera, a la identificación policial de los individuos por sus impresiones digitales, y, en principio, no dice mucho sobre sus semejanzas fisiológicas fundamentales. Las especies se dividen luego en subespecies, variedades y subvariedades, razas, etc., hasta llegar al indivi-



OBSÉRVENSE LAS DIFERENCIAS EN LA FORMA DE LAS HOJAS, SU DIVISIÓN, POSICIÓN DE LOS SÉPALOS, RAÍCES, ETC.

FANERÓGAMAS O ESPERMOFITAS

Son las que habitualmente consideramos "verdaderas plantas". Además de poseer raíz, tallo, hojas y sistema vascular, producen "semillas". Se dividen en "gimnospermas" y "angiospermas".

GIMNOSPERMAS. — Su semilla está descubierta, desnuda, inserta en unas hojas modificadas que sustituyen al ovario (por ejemplo, el piñón). La plántula joven, o embrión, transcurre la primera etapa de su vida protegida y alimentada por la planta madre; luego queda en libertad. Son gimnospermas el pino, el alerce, el ciprés y la sequoia. El **ginko**, de hojas bifurcadas, es el último representante de un grupo otrora floreciente: se lo encuentra en el Japón. Las **cicadáceas** se asemejan a las palmeras, y en parte a los helechos, debido a su penacho de hojas en el extremo superior de un tronco cilíndrico. Sus raíces son profundas. Las **coníferas** son gimnospermas leñosas. Sus hojas son pequeñas, a veces en forma de agujas. En su sistema vascular suele haber tubos con resina. La misma planta es comúnmente masculina y femenina.

ANGIOSPERMAS. — Constituyen la abrumadora mayoría de las plantas terrestres. Además de los órganos y aparatos de las plantas ya descritas, poseen flores y frutos. Su semilla se oculta en un ovario. Su sistema vascular es muy superior al de las otras plantas. En el grupo de las **monocotiledóneas**, la semilla consta de una sola hoja modificada o "cotiledón", y la flor se divide, habitualmente, en tres o en múltiplos de tres. Son monocotiledóneas el lirio, el espárrago, el ananá, el plátano, el trigo, el arroz, la avena, etc. En el grupo de las **dicotiledóneas**, la semilla consta de dos hojuelas modificadas o cotiledones, como se ve en los granos del café o del guisante. Las partes de la flor son cuatro o cinco, o sus múltiplos. Los vasos forman anillos en el tallo. Son dicotiledóneas la col, la rosa, el té, los cítricos, la vid, el castaño, el tomate y el tabaco, entre muchas otras que responden a las características señaladas.

duo. En sentido inverso las especies se agrupan en géneros, éstos en subfamilias (terminación *oideas*), familias (terminación *áceas*), subórdenes *(íneas)*, órdenes *(ales)*, y luego, en clases, subtipos, tipos, subreinos y reinos. Alguna de estas etapas puede faltar.

PARENTESCO ENTRE LAS ESPECIES

Cuando se estudian los vegetales fósiles se llenan y explican muchos huecos en la clasificación de los actuales. Se comprende, por ejemplo, por qué es difícil trazar una línea divisoria entre ciertos unicelulares animales o vegetales: en efecto, los animales se formaron cuando los seres unicelulares llegaron a tener un núcleo bien definido (eucariotas); sus predecesores (protocariotas) no eran vegetales ni animales. La paleontología nos revela, además, las *formas de transición* efímeras y desaparecidas: por ejemplo, de los peces a los batracios, de éstos a los reptiles, y de los reptiles a las aves o a los mamíferos.

Los factores que provocaron la evolución de los vegetales son los mismos que los que actúan en todos los seres vivos, o sea: las *mutaciones*, o cambios espontáneos del patrimonio hereditario, fuente de variabilidad de las especies; la *recombinación* genética, principalmente por la unión sexual, que permite formar individuos con una amplia gama de características diferentes; la *selección natural*, que eliminó a los menos aptos, y, por último, la *aislación*, que en algunos casos (Australia, islas Galápagos, etc.) permitió la supervivencia de especies aberrantes.

El animal necesita moverse: por eso su forma se ajusta a un patrón estricto y tiene ventaja en ser compacto. En cambio, el vegetal, que absorbe en vez de ingerir, gana al aumentar de volumen; y, como suele ser inmóvil, su crecimiento es más libre y su estructura menos integrada. Estas diferencias explican la mayor parte de las características especiales de la evolución.

NOMBRES COMUNES DE LAS PLANTAS

Desde tiempos inmemoriales las plantas recibieron un nombre común o *vernáculo*. Palabras como maíz, mandioca, papa, tomate, cacahuete, tabaco, sisal, petunia, yuca, aguacate, ananá, guayaba, quina, cacao, caucho, mate, etc., son de origen americano.

Aunque en las raíces sánscritas figuran muchísimas plantas actuales, una gran parte fue sustituida por términos latinos o germánicos; pero de raíces sánscritas subsisten voces como cáñamo, nabo, arroz (el alimento básico de la mitad de mundo), azúcar, yute, ramio, guisante, naranja, limón, copra, té, sándalo, etc.

De los antiguos iranios perviven vocablos como espinaca, ruibarbo, azafrán, nenúfar, pistacho, nuez moscada, etc.

De los antiguos hebreos y fenicios provienen términos como cúrcuma, comino, margarita, mirra, nardo, canela, etc.

Los árabes nos legaron los nombres de algodón, alcachofa, sésamo, áloe, albaricoque, café, jazmín, lila, aceituna, etc.

Los griegos nos transmitieron denominaciones como trébol, espárrago, achicoria, ágave, mijo, dátil, ciprés, rosa, mirto, acacia, azalea, glicina, plátano, etc.

De origen germanocéltico son frambuesa, grosella, pera, mora, "edelweiss", etc.

Los aportes del latín son incontables. En épocas modernas se crearon nombres en base al apellido del descubridor de la especie, se introdujeron palabras africanas (banana), se importaron nombres de distintos países (por ejemplo, del italiano: salsifí, coliflor, belladona, campánula, lavanda, etc.) y también se crearon denominaciones que hacían referencia a episodios o personajes históricos o mitológicos, especialmente en lo que se refiere a flores.

NOMBRE CIENTÍFICO DE UN VEGETAL

El nombre *científico* de una planta tiene que ser universal: por eso se usa el latín. Por otra parte, desde Linneo (1753) toda especie se designa por *dos* vocablos, como si se tratara de su nombre y apellido. Por ejemplo, hay tres especies de trébol, el de los prados, el alpestre y el encarnado, que se denominan *Trifolium pratense*, *Trifolium alpestre* y *Trifolium incarnatum*, respectivamente, es decir, anteponiendo el nombre del género, común a ambos, al de la especie particular. Teofrasto (372-287 a. C.), discípulo de Aristóteles, es el padre de la clasificación botánica; su nomenclatura abarcaba unas 500 especies.

BASES DE LA CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA

Los estudiosos procuran agrupar las especies según las características fundamentales de su organización y funcionamiento. Por ejemplo, se llaman *talofitas* todas aquellas plantas en las que no se distinguen claramente el tallo, la raíz y las hojas en el cuerpo o *talo*; todas las demás plantas se agrupan dentro de las *cormofitas*, en las que tal subdivisión es visible.

Dentro de las talofitas (algas, hongos, líquenes), algunos biólogos consideran como un verdadero subreino separado a las *esquizofitas*, organismos unicelulares que incluyen las bacterias y las microscópicas algas azules, llamadas *cianofíceas*.

Otra característica de algunas plantas es poseer un sistema circulatorio para el transporte de los materiales nutritivos o sintetizados. Se comprende que este sistema vascular, que caracteriza a las *traqueofitas*, sea más necesario en las plantas terrestres (que absorben por las raíces y sintetizan mediante las hojas).

El otro paso importante es la presencia de semillas, que caracteriza a las *espermofitas* o *fanerógamas*, las cuales forman la mayoría de las plantas terrestres superiores.

Dentro de las fanerógamas la semilla puede estar oculta; son las *gimnospermas*, plantas muy antiguas, sin flores. Si el proceso de reproducción es visible (flores, polinización, fruto), la planta pertenece a las *angiospermas*, que se dividen a su vez en *dicotiledóneas* y *monocotiledóneas*, según la semilla se componga de dos mitades, como el guisante, o forme una sola masa que almacene el albumen, como el arroz.

ALIMENTOS DE LAS PLANTAS

Con el anhídrido carbónico y el agua la planta elabora la mayor parte de su cuerpo: celulosa, almidón, ceras, etc.

Aunque el nitrógeno abunda en el aire, forma moléculas inertes, y la planta necesita absorberlo del suelo en forma de nitratos, en los que es incomparablemente más activo.

Muchos otros elementos son indispensables para la vida del vegetal, aunque a veces sólo requieran cantidades ínfimas (por ejemplo, el boro en la síntesis de los azúcares). Los elementos abundantes se llaman *macroalimentos*, y los otros, *microalimentos*.

El contenido seco de una planta superior se compone (exceptuados el carbono, el hidrógeno y el oxígeno) de los siguientes elementos, en millonésimas (valores promedio):

Macroalimentos	
Nitrógeno total	15.000
Potasio y sodio	35.000
Nitrógeno en nitratos (inorgánico)	1.000
Calcio	2.500
Magnesio	1.500
Fósforo total	1.100
Azufre total	2.000
Fósforo inorgánico	750
Azufre inorgánico	500
Microalimentos	
Cloro	100
Boro	20
Cinc	20
Hierro	10
Manganeso	25
Cobre	5
Molibdeno	0,3

UTILIDAD DE LOS VEGETALES

La vida animal es imposible sin los vegetales, que brindan, en forma de energía química, la energía del sol que sólo ellos son capaces de asimilar. De ahí la gran preocupación de muchos especialistas ante la invasión de los insecticidas, que, al exterminar las especies que favorecen la fecundación de las plantas (abejas, por ejemplo), alteran el equilibrio biológico.

Aunque la síntesis química poco a poco libera a la industria de su rígida dependencia con respecto a ciertas materias primas, aún obtenemos de las plantas la madera, el corcho, muchos materiales textiles, elementos para fabricar cuerdas, aceites vegetales, gomas, resinas, caucho, especias, perfumes, drogas, productos farmacéuticos, bebidas, colorantes, productos curtientes, cera, sustancias para la fabricación del papel, etc.

UN EJEMPLO DE CLASIFICACIÓN

El botón de oro pertenece a la familia de las ranúnculáceas. Un ejemplar de esta familia, como el ranunculus repens, se ubicaría así en una clasificación general:

Subreino:	Cormofitas
Tipo:	Traqueofitas
Grupo	Espermofitas
Subgrupo:	Angiospermas
Clase:	Dicotiledóneas
Orden:	Ranunculales (si hubiera un suborden sería el de las ranunculíneas)
Familia:	Ranunculáceas (la subfamilia sería ranunculoideas)
Género:	Ranunculus
Especie:	Repens
Nombre en la clasificación botánica:	Ranunculus repens

EL LENGUAJE DE LA QUÍMICA

Con ladrillos idénticos se pueden construir muchos edificios diferentes. Con ladrillos desiguales el número de combinaciones es aún muchísimo mayor. Los ladrillos de la química son los átomos de los 103 elementos simples, todos disímiles entre sí. Los edificios de la química son las sustancias compuestas, algunas de cuyas moléculas contienen miles de átomos agrupados de acuerdo con un orden estricto. Así como en un edificio no sólo interesa la cantidad de materiales (fórmula bruta) sino también su distribución (fórmula estructural), los químicos han creado una notación abreviada que les permite conocer, sin mayores explicaciones, la composición de un cuerpo y la repartición de sus átomos en la fórmula desarrollada de su molécula. Como la química es una ciencia universal, su idioma es el mismo para todo el mundo científico. En este artículo nos ocuparemos, únicamente, de la *notación* de las sustancias más simples (símbolos y fórmulas); en notas ulteriores estudiaremos los *nombres* que reciben los diferentes compuestos.

LOS ELEMENTOS, LADRILLOS DE LA QUÍMICA

Sabemos que se llaman "elementos" las sustancias más simples, que no pueden dividirse, por procedimientos químicos, en otras aún más sencillas. Sabemos, también, que las reacciones químicas sólo afectan a la capa periférica de electrones del átomo, mientras que, para pasar de un elemento a otro, se requieren poderosísimos medios físicos que alteren su núcleo, situado en el centro. El hidrógeno, el oxígeno y el carbono son elementos. El agua, formada por los dos primeros, y el azúcar, compuesto por los tres, son sustancias químicas compuestas. Se las puede, por medios químicos, disociar en sus elementos.

SÍMBOLOS DE LOS ELEMENTOS

Los elementos que se conocen desde hace siglos, como el plomo, tienen nombres diferentes en los distintos idiomas. Los químicos, deseosos de disponer de una notación universal y al mismo tiempo muy breve, han creado para cada uno un "símbolo internacional", formado por una sola letra o, a lo sumo, dos (cuando es indispensable). Recordemos que los elementos naturales son 92, y que a éstos se añaden once más, artificiales, llamados "transuránicos".

Nombre castellano	Símbolo	Nº atómico	Orígenes especiales
Actinio	Ac	89	
Aluminio	Al	13	
Americio	Am	95	
Antimonio	Sb	51	latín "stibium"
Argón	Ar	18	
Arsénico	As	33	
Astato	At	85	
Azufre	S	16	latín "sulphur"
Bario	Ba	56	
Berilio	Be	4	
Berkelio	Bk	97	Univ. de Berkeley
Bismuto	Bi	83	
Boro	B	5	
Bromo	Br	35	
Cadmio	Cd	48	
Calcio	Ca	20	
Californio	Cf	98	
Carbono	C	6	
Cerio	Ce	58	
Cesio	Cs	55	
Cinc	Zn	30	Comienzan con z en otros idiomas
Circonio	Zr	40	
Cloro	Cl	17	
Cobalto	Co	27	
Cobre	Cu	29	latín "cuprum"
Criptón	Kr	36	griego "kryptos", oculto
Cromo	Cr	24	
Curio	Cm	96	otros idiomas, "curium"
Disprosio	Dy	66	otros idiomas, "dysprosium"
Einstenio	Es	99	en honor de Einstein
Erbio	Er	68	
Escandio	Sc	21	"scandium" en varios idiomas
Estaño	Sn	50	latín "stannum"
Estroncio	Sr	38	latín "strontium"
Europio	Eu	63	
Fermio	Fm	100	en honor de Fermi
Flúor	F	9	
Fósforo	P	15	latín "phosphorus"
Francio	Fr	87	
Gadolinio	Gd	64	
Galio	Ga	31	
Germanio	Ge	32	
Hafnio	Hf	72	
Helio	He	2	
Hidrógeno	H	1	
Hierro	Fe	26	latín "ferrum"
Holmio	Ho	67	
Indio	In	49	
Iridio	Ir	77	
Iterbio	Yb	70	
Itrio	Y	39	"yttrium" en otros idiomas
Lantano	La	57	
Laurencio	Lw	103	en honor de Lawrence, creador del ciclotrón
Litio	Li	3	
Lutecio	Lu	71	
Magnesio	Mg	12	
Manganeso	Mn	25	
Mendelevio	Md	101	en honor de Mendeleiev.
Mercurio	Hg	80	griego "hydrargyrus" o plata líquida
Molibdeno	Mo	42	
Neodimio	Nd	60	
Neón	Ne	10	
Neptunio	Np	93	
Niobio	Nb	41	
Níquel	Ni	28	
Nitrógeno	N	7	
Nobelio	No	102	en honor de Nobel
Oro	Au	79	latín "aurum"
Osmio	Os	76	
Oxígeno	O	8	
Paladio	Pd	46	
Plata	Ag	47	latín "argentum"
Platino	Pt	78	
Plomo	Pb	82	latín "plumbum"
Plutonio	Pu	94	
Polonio	Po	84	
Potasio	K	19	griego "kalium"
Praseodimio	Pr	59	
Prometio	Pm	61	
Protoactinio	Pa	91	
Radio	Ra	88	
Radón	Rn	86	antes "em" por ser una emanación gaseosa del radio
Renio	Re	75	
Rodio	Rh	45	en otros idiomas "rhodium"
Rubidio	Rb	37	
Rutenio	Ru	44	
Samario	Sm	62	
Selenio	Se	34	
Silicio	Si	14	
Sodio	Na	11	latín "natrium"
Talio	Tl	81	
Tantalio	Ta	73	
Tecnecio	Tc	43	
Teluro	Te	52	
Terbio	Tb	65	
Titanio	Ti	22	
Torio	Th	90	otros idiomas "thorium"
Tulio	Tm	69	otros idiomas "thulium"
Tungsteno	W	74	alemán "wolfram"
Uranio	U	92	
Vanadio	V	23	
Xenón	Xe	54	
Yodo	I	53	griego "iodus", violáceo


MOLÉCULA DE OXÍGENO O_2


MOLÉCULA DE OZONO VARIEDAD INESTABLE DE OXÍGENO O_3


MOLÉCULA DE HIDRÓGENO H_2


MOLÉCULA DE CLORO Cl_2


MOLÉCULA DE BROMO Br_2

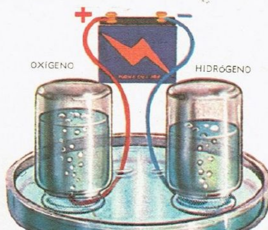

MOLÉCULA DE VAPOR DE YODO I_2


MOLÉCULA DE NITRÓGENO N_2


MOLÉCULA DE FÓSFORO BLANCO P_4 (EN SU PUNTO DE EBULLICIÓN)


MOLÉCULA DE UNA VARIEDAD DE AZUFRE S_8

LOS COMPUESTOS
Los "elementos libres" son pocos: gases inertes, oxígeno, nitrógeno, metales nobles. La mayoría de los elementos simples se combinan entre sí: por ejemplo, un átomo de cloro y un átomo de sodio dan una molécula de cloruro de sodio. Ello requiere, a veces, desunir las moléculas de los elementos para recombinar sus átomos, por lo que la reacción debe, a menudo, ser iniciada. "La unión de los átomos de elementos distintos se llama compuesto."

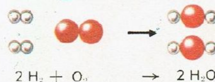



$$2\,H_2O \rightarrow O_2 + 2\,H_2$$

El agua es un compuesto de hidrógeno y oxígeno. Cuando una corriente eléctrica la atraviesa se descompone en sus elementos, que son gases muy diferentes de ella. La corriente eléctrica fragmenta la molécula de agua en átomos, y luego éstos se reúnen por pares para formar las moléculas de oxígeno e hidrógeno.



Cuando se mezcla oxígeno e hidrógeno, las moléculas de ambos gases son independientes. Pero si se aplica calor suficiente se desequilibran, y sus átomos se unen explosivamente para formar moléculas de agua, con gran desprendimiento de calor (reacción exotérmica)


$$2\,H_2 + O_2 \rightarrow 2\,H_2O$$

MOLÉCULAS DE LOS ELEMENTOS

Con excepción de los átomos de los gases inertes o nobles (helio, neón, criptón, argón, radón), que no reaccionan entre sí, los demás se unen para formar "moléculas" de distintas clases. En el hidrógeno, en el oxígeno y en el nitrógeno por ejemplo, los átomos se unen por pares y disponen en común algunos de sus electrones: de esta manera, su afinidad química, que provenía de un desequilibrio electrónico del átomo, queda muy disminuida. En los metales en estado sólido, la cohesión entre los átomos se debe a que se disputan los electrones libres que han huido de sus órbitas periféricas; pero cuando el metal se convierte en vapor, sus moléculas son "monoatómicas", o sea que sus átomos están separados. Existen elementos que forman moléculas de tres átomos, y hasta de ocho, como ciertas variedades del azufre.

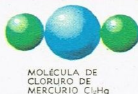
MOLÉCULAS DE LOS COMPUESTOS

En las "moléculas" de los compuestos los átomos son diferentes. Dichas moléculas, o uniones de átomos de distintos elementos, se representan uniendo los símbolos de sus ingredientes (sin el signo +) e indicando la cantidad de átomos de cada uno. Por ejemplo, la "fórmula" del óxido de calcio es OCa; la del agua es H_2O; la del cloruro de aluminio Cl_3Al, etc.

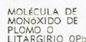
LAS FÓRMULAS QUÍMICAS

El "símbolo" representa un átomo de un elemento. La "fórmula" representa una molécula, o sea unión de átomos idénticos o diferentes. Un número colocado delante de la fórmula indica el número de moléculas que se considera: por ejemplo, 3 H_2O significa tres moléculas de agua. Existen moléculas complicadísimas cuyas fórmulas deben ser "desarrolladas" para mostrar su estructura, o sea, la distribución de sus átomos en la molécula. En química orgánica, especialmente, existen moléculas cuya "fórmula bruta" (número y clase de átomos) es idéntica, pero su estructura resulta absolutamente diferente: las sustancias correspondientes son, a veces, radicalmente opuestas.

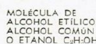

MOLÉCULA DE ÓXIDO DE CALCIO OCa (cal viva)


MOLÉCULA DE CLORURO DE MERCURIO Cl_2Hg

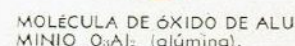

MOLÉCULA DE TRIÓXIDO DE CROMO O_3Cr

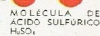

MOLÉCULA DE MONÓXIDO DE PLOMO O LITARGIRIO OPb


MOLÉCULA DE GAS AMONÍACO NH_3


MOLÉCULA DE ALCOHOL ETÍLICO, ALCOHOL COMÚN O ETANOL C_2H_5OH

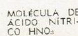

TRES MOLÉCULAS DE ÓXIDO FÉRRICO, ESCRITAS COMO PARA UNA REACCIÓN QUÍMICA: $3Fe_2O_3$ (el óxido ferroso contiene "menos" átomos de oxígeno en su molécula).

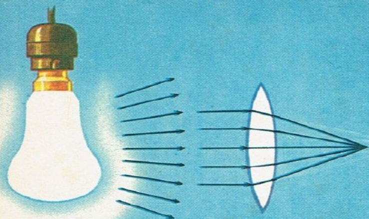

MOLÉCULA DE ÓXIDO DE ALUMINIO O_3Al_2 (alúmina).


MOLÉCULA DE ÁCIDO SULFÚRICO H_2SO_4

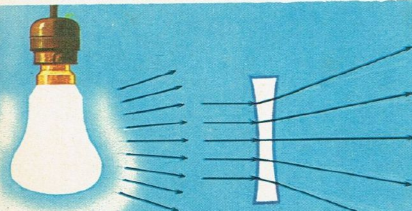
ESQUEMAS ATÓMICOS DE VARIOS COMPUESTOS: LAS ESFERAS ROJAS SON ÁTOMOS DE OXÍGENO, Y LAS BLANCAS, ÁTOMOS DE HIDRÓGENO.


TRES MOLÉCULAS DE BIÓXIDO DE CARBONO, ESCRITAS COMO PARA UNA REACCIÓN QUÍMICA: $3CO_2$

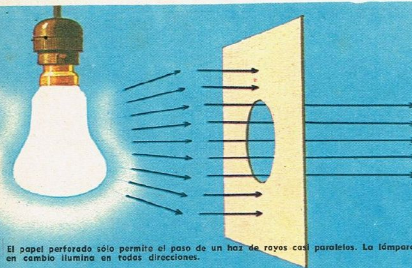

MOLÉCULA DE ÁCIDO NÍTRICO HNO_3



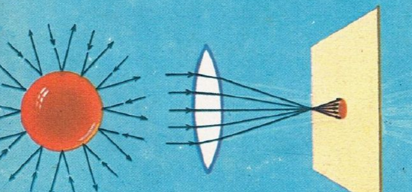
Los rayos luminosos de la lamparilla "divergen". Los más centrales, casi paralelos, son concentrados por una lente convexa.



Los rayos paralelos que llegan a una lente más delgada en el centro (cóncava) "divergen": se apartan unos de otros.



El papel perforado sólo permite el paso de un haz de rayos casi paralelos. La lámpara en cambio ilumina en todas direcciones.



Un objeto iluminado se ve desde cualquier punto porque los rayos que emite divergen en todas direcciones. La lente convergente produce en la pantalla una imagen "real" o "invertida" del mismo.

LAS LENTES

LAS FORMAS DE LAS LENTES SIMPLES



BICONVEXA



PLANOCONVEXA



MENISCOCONVEXA

Sólo a partir del siglo XVII el hombre comenzó a comprender la luz. Kepler explicó exactamente la formación de imágenes en el telescopio; setenta años después, Roemer midió su velocidad, y luego Newton la analizó, al descomponer la luz blanca.

LAS LENTES

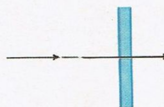
Se estudió ya, con la refracción (pág. 114), que los rayos de luz se acercan a la perpendicular a la superficie de reparación cuando penetran en una sustancia ópticamente más densa y se apartan de ella cuando emergen en otra más tenue.

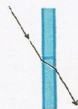
Este fenómeno depende de la velocidad de la luz dentro de los medios que tiene que atravesar.

Las lentes aprovechan, mediante su forma, las leyes de la refracción: son esenciales en los microscopios, en las cámaras de fotografía y televisión, en los proyectores de películas, en los telescopios, etc.

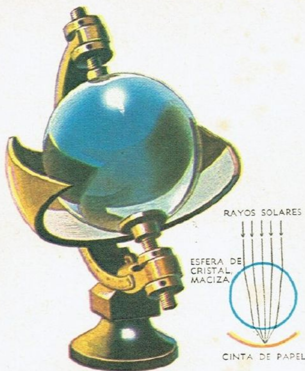
Si el espesor de la lente aumenta regularmente hacia el centro ésta concentra los rayos que recibe: el punto en que se reúnen los rayos paralelos se llama "foco". Si la lente es cóncava, es decir si su grosor disminuye regularmente hacia el centro, los rayos divergen.

El ojo es una lente convexa: a través de la pupila recibe rayos casi paralelos y los concentra en un punto de la retina: así se forma sobre ésta una imagen del objeto. Si lo que se ob-





Un rayo atraviesa un vidrio plano. Si es perpendicular a él no se desvía. Si es oblicuo emerge paralelo pero desplazado lateralmente, porque primero se acercó a la perpendicular y luego se alejó de ella, en ambos casos obedeciendo a las leyes de la refracción (Véase "La refracción o desviación de la luz", página 114).



El heliógrafo registrador utiliza la convergencia de la luz a través de una bola de vidrio. Los rayos concentrados chamuscan un papel en un punto que depende de la posición del Sol. Se calculan de esta manera las horas de insolación.







serva está muy próximo sus rayos luminosos divergen y entonces el ojo "se acomoda", o sea que aumenta su convexidad para que en la retina siga formándose una imagen nítida (los objetos muy lejanos, como el Sol, nos envían rayos paralelos). En la *miopía*, el ojo es demasiado convexo: se la corrige con lentes cóncavas, es decir más delgadas en el centro. En la *hipermetropía* el ojo no es bastante convergente: se lo ayuda sumándole una lente convexa (el caso extremo es el de la operación de cataratas u opacidad del cristalino: los pacientes privados de él lo reemplazan con anteojos que son verdaderas lupas). En el *astigmatismo* la convexidad no es la misma en sentido vertical que en sentido horizontal (muy exageradamente se parecería a mirar a través de un vaso de agua): se lo compensa con lentes de deformación inversa.

LENTES CONVEXAS Y CÓNCAVAS

Toda lente convexa presenta por lo demás una superficie combada y es más gruesa en el centro que en la periferia. Tiende a concentrar los rayos que recibe y se la denomina "convergente" o positiva. La lupa es una lente convergente.

Toda lente cóncava presenta por lo menos una superficie en cuenco y es más delgada en el centro que en la periferia. Tiende a separar los rayos que recibe, y se la denomina *divergente* o negativa. Los cristales planos también desvían los rayos oblicuos, pero éstos vuelven a emerger paralelamente a la dirección con que penetraron.

DEFECTOS DE LAS LENTES Y APARATOS ÓPTICOS

Si se observa un papel cuadriculado con una lente simple, los bordes aparecen deformados. Esta *aberración esférica*, muy difícil de corregir, se debe a la mayor refracción de los rayos que entran por el contorno de la lente. Se la contrarresta colocando un diafragma que sólo permite el paso de la luz por el centro.

Cuando en un aparato fotográfico (muy semejante al ojo humano) es necesario abrir mucho el diafragma, todos los puntos ubicados fuera de una determinada distancia aparecen borrosos: se dice entonces que en esas condiciones el aparato carece de *profundidad de foco*.

Vimos ya que la luz blanca es mixta. Sus componentes de mayor longitud de onda como el rojo, sufren menor refracción que los de longitud exigua, como el violeta. Debido a esta *dispersión* de la luz los objetos aparecen rodeados por una franja o halo coloreado. Esta *aberración cromática* se corrige acoplando cristales que compensan la dispersión (*flint* y *crown*, especialmente).

Los rayos *divergen* del cuerpo que miramos, y nuestro ojo los concentra. Si interponemos una lupa la divergencia resulta menor y explicaremos en otra nota por qué el objeto nos parece más grande. Más allá de un aumento de veinticinco veces, la lupa presenta problemas insolubles y entonces se recurre a los microscopios compuestos. En éstos, por ejemplo, el objetivo proporciona una imagen veinte veces mayor y el ocular la recoge y la multiplica a su vez por diez, de modo que el aumento total es de doscientos "diámetros". No hay interés en sobrepasar los 1.400 aumentos porque la luz visible de menor longitud de onda (violeta) no permitiría ver objetos menores de medio milésimo de milímetro. Los microscopios electrónicos son muy diferentes.

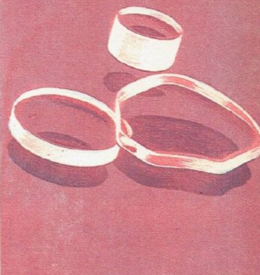
El telescopio es semejante al microscopio, pero su objeto principal es concretar la mayor cantidad de luz posible: de ahí su diámetro considerable. El uso de espejos le permite eliminar la dispersión de los colores o aberración cromática.

Todos estos aparatos se estudiarán detalladamente en notas ulteriores.

ADELANTOS RECIENTES

El empleo de bario y de lantano en los cristales facilita mucho el trabajo. El germanio se utiliza como filtro de rayos infrarrojos (caloríficos) en los microscopios y en la filmación concentrada para pantalla amplificada. • Para evitar que una parte de la luz se refleje, se depositan capas de fluorita. • En el *Cinemascope* la cámara filmadora comprime lateralmente la imagen (como si se mirara a través de un cilindro de cristal) y capta así un panorama más ancho; el proyector, mediante un dispositivo inverso, restituye la anchura de la escena natural. • La variedad denominada "55" utiliza un filme de 55 mm. en lugar de los 35 mm. habituales y logra una mejor definición de la imagen. • En el *Todd-AO* la película es de 65 mm. y luego se la imprime en 70 mm. • Como la imagen cinematográfica es menos alta que ancha, el procedimiento *Vista-Visión* utiliza un filme común que corre *horizontalmente*, aprovechando los bordes superior e inferior para las perforaciones; al imprimirlo se lo comprime como en el *Cinemascope*, y se lo transforma en filme vertical para adaptarlo a los aparatos de proyección. • El *Superscope* es similar, pero se acerca al objeto y suprime directamente las partes superior e inferior. • El *Technirama*, también de toma horizontal como el *Vista-Visión*, comprime un 50 % más que éste y logra, por lo tanto, una proyección de mayor anchura. • El *M-G-M* 65 es semejante al *Todd-AO*, pero le añade una compresión mayor en el momento de la toma. • Los teleobjetivos, compuestos de una lente convexa y otra cóncava situadas a cierta distancia, dan una imagen grande de un objeto lejano en una cámara relativamente chata; pero su distorsión es bastante importante. • El *Zoom* es un juego complicado y bastante voluminoso de lentes que en fotografía y televisión permite obtener distintos aumentos —acercamientos—, sin variar la distancia del aparato a la imagen. • El *Cinerama*, el *Cinemiracle* y el *Kinopanorama* toman tres películas simultáneas de 50° de abertura, que al proyectarse sincrónicamente se superponen en una pequeña franja de 2° de ancho y cubren así una pantalla de 146°.

La lente convexa concentra los rayos; la lente cóncava los aparta. Los rayos que pasan por los bordes se desvían más que los otros y quitan nitidez a la imagen (aberración de esfericidad). Las prolongaciones de los rayos divergentes (derecha) se concentran en un punto imaginario.



Trozos de cristal que se emplean para fabricar lentes. La curvatura adecuada se obtiene por pulimento mediante polvos abrasivos muy finos. Como por lo general se utiliza un movimiento giratorio, resulta difícil dar al cristal una forma que corrija la "aberración de esfericidad" o mayor desviación de los rayos por los bordes de la lente. El operario dispone de un modelo en hueco exactísimo y ensaya la lente hasta que ajuste perfectamente dentro de él.

Con la cámara fotográfica se obtiene una película negativa del dibujo original, intensamente iluminado mediante lámparas de arco.

MATRICES PARA IMPRESIÓN

TECNOLOGÍA

Nuestra civilización se derrumbaría más rápidamente por falta de papel que por falta de hierro. Cuando se considera que el papel necesario para un diario equivale cotidianamente a una hectárea de bosques, y que dicho diario debe imprimir en pocas horas millones de ejemplares, se comprende a la vez la importancia de la revolución que provocó la imprenta y de su incesante perfeccionamiento técnico.

LA IMPRENTA CLÁSICA

Antes de Gutenberg se imprimían los textos tallando en madera una a una todas sus letras. Se atribuye a éste la introducción de los tipos o letras movibles, y de las matrices huecas para fundir en ellas letras en relieve. El procedimiento de la imprenta clásica es igual al de un sello de goma. Sobre un dibujo en relieve se pasa un rodillo entintado y luego se aplica el sello plano al papel con el objeto de transferirle la tinta.

PROTEÍNAS SORPRENDENTES

La gelatina y la albúmina con una pequeña proporción (5 %) de bicromato de potasio son solubles en agua; pero si se las expone suficientemente a la luz se vuelven insolubles, rechazan el agua y retienen los aceites que forman la base de las tintas de imprenta. Esta propiedad es la clave de casi todos los procedimientos de impresión de figuras, prácticamente sin relieve.

MATRIZ EN RELIEVE

Del dibujo original se obtiene una película fotográfica negativa en la que las áreas negras son partes transparentes. Luego se toma una plancha de cinc cubierta por gelatina o albúmina bicromatada, se aplica sobre ella el negativo y se la expone a una luz enérgica. Las partes de la proteína que reciben luz (corresponden a los negros que se habrán de imprimir) se vuelven insolubles. Al sumergir la lámina de cinc en agua, las áreas no insolubilizadas se disuelven, y el metal queda a merced del ácido que lo corroerá. Las partes insolubles se protegen con un barniz especial que rechaza el ácido. En varias etapas se logra obtener un clisé cuyo relieve es el del dibujo que se desea imprimir, pero invertido. Cuando hay medios tonos es necesario emplear una *retícula* o red de metal muy fina que descompone la imagen en miles de pequeñas manchas: las partes más oscuras de la fotografía producen manchas grandes y las más claras manchas muy pequeñas: así se obtiene una gradación cuando se imprimen tonos grises. Véase la ilustración sobre fondo azul.

LAS COPIAS Y LAS MATRICES CILÍNDRICAS

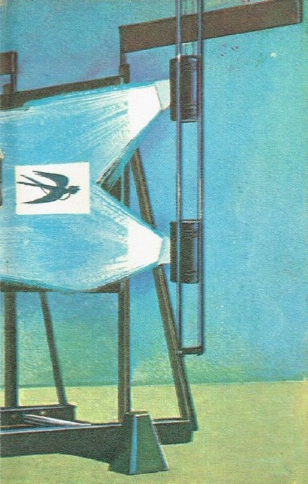
Los diarios prefieren la impresión rotativa porque es más veloz y porque a menudo necesitan utilizar simultáneamente varias máquinas. Para ello se

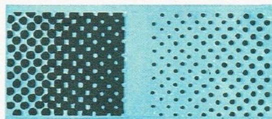


Dibujo lineal original



Negativo fotográfico.





RETÍCULA PARA LOS MEDIOS TONOS
Cuando han de imprimirse fotografías o ilustraciones con medios tonos (blanco, gris, negro) se utiliza una retícula que descompone el original en puntos más o menos diminutos que dan la impresión de las gradaciones de tono. Los grupos de manchas más pequeñas aparecen como tonos grises leves; los de manchas mayores son casi negros.

coloca sobre la matriz plana un cartón especial (*papier maché*) húmedo, que adopta exactamente su forma en hueco. Este *estéreo* recibe luego una forma cilíndrica y se vuelca en su interior una aleación de bajo punto de fusión que reproduce en la forma deseada la matriz inicial. También se emplea el caucho vulcanizado, en una forma similar al moldeado de los objetos de goma; el electrotipo, que consiste en obtener un molde en hueco de cera o plástico y luego rellenarlo con cobre por galvanoplastia; y últimamente la empresa Du Pont introdujo para el mismo fin un plástico que se endurece con la luz. Si las copias deben realizar un trabajo muy pesado se refuerza su superficie depositando sobre ellas níquel o cromo.

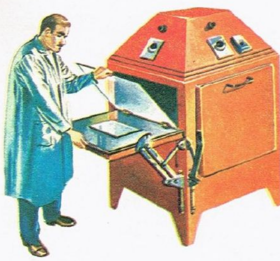
OTROS PROCEDIMIENTOS

En el grabado electrónico el original gira sobre un cilindro y una célula fotoeléctrica transforma los impulsos luminosos negro, gris, blanco, etc., en acciones eléctricas que mueven un estilete que burila directamente la chapa. Este procedimiento y los que le siguen serán explicados en notas sucesivas.

Se ha procurado eliminar el relieve de la matriz basándose en que ciertos cuerpos tienen afinidad con las sustancias grasas como las tintas de imprenta, mientras otros las rechazan y son más afectos al agua. Sobre este fenómeno se fundaba ya el dibujo con lápiz sobre una piedra litográfica que luego se humedecía, de manera que la tinta solamente adhiriese al dibujo. El procedimiento llamado *offset* emplea chapas —finamente graneadas, cuando son de cinc—, en las que una especie de barniz o laca insolubles, casi sin relieve, retiene la tinta, mientras el metal, atacado por el ácido, se cubre de una película de agua y la rechaza. Para mejorar la adherencia a papeles de baja calidad y poder aumentar la velocidad, la matriz imprime sobre un rodillo de goma, y éste, a su vez, transfiere la tinta al papel, adaptándose a todas sus irregularidades. Hay rodillos que mojan con agua y otros que lo hacen con tinta. El procedimiento se mejora por medio de chapas de dos o tres metales y aleaciones especiales, llamadas generalmente bimetálicas o trimetálicas.

En el *huecograbado* o *rotograbado* no se obtiene un relieve sino una concavidad mayor. Para este procedimiento es necesario utilizar también una película positiva: así la luz insolubilizará las partes transparentes o sea las que corresponden a los blancos del papel, y para los medios tonos se emplea una retícula. Se obtiene así una serie de diminutas lagunas que se llenan con una tinta muy fluida que impregna el papel. El cilindro pasa previamente por un rascador que quita toda la tinta no depositada en el interior de dichas lagunas o huecos.

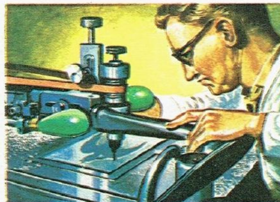




A la izquierda, recubrimiento de la placa de cinc con una capa o "barniz" sensible a la luz. Luego se aprieta enérgicamente contra ella el negativo fotográfico (derecha). Con fuerte iluminación las partes negras del original, transparentes en el negativo, se vuelven insolubles; son las partes que tomaron la tinta.



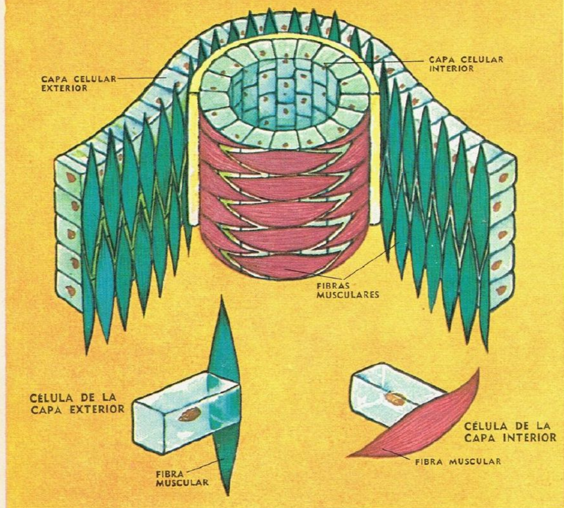
Un ácido corroe las porciones de la plancha no protegidas por la capa insoluble, de un barniz especial contra el ácido.



Se ahuecan mecánicamente las áreas del metal que corresponden a las superficies blancas del ejemplar impreso.

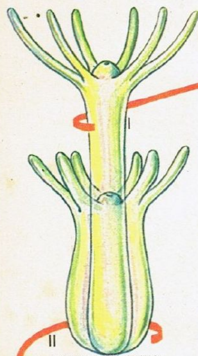


Se monta la chapa sobre un bloque de madera o metal de la misma altura que los tipos de las letras. Al sacar una prueba sólo las partes en relieve de la plancha, que retuvieron la tinta, imprimen el papel.



ANIMALES SIN ESQUELETO

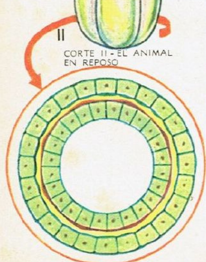
Esquema de la disposición de las dos capas de fibras musculares, longitudinales y circulares de la hidra. Los dos diagramas inferiores representan células y fibras individuales.

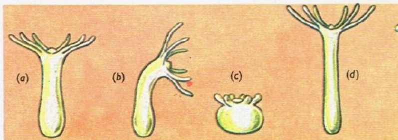


CORTE I - FIBRAS CIRCULARES DE LA CAPA INTERNA, CORTAS Y GRUESAS

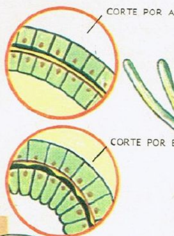
Cuando las fibras musculares circulares de la capa interna de células se contraen, la hidra se afina y alarga, como si fuera un globo inflado que se aprieta.

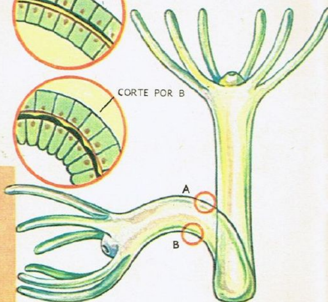
CORTE II - EL ANIMAL EN REPOSO





(a) La hidra en posición de reposo; (b) se contraen las fibras musculares longitudinales del lado derecho; (c) se acortan los músculos longitudinales de ambos lados; (d) se contraen las fibras musculares circulares.





Si las fibras musculares de la capa exterior longitudinal se contraen en un lado de la hidra, ésta se dobla en la dirección de ese mismo lado.

En dos notas anteriores subrayamos la importancia de los esqueletos, especialmente en los animales terrestres que no reptan.
El esqueleto interno de los vertebrados proporciona una armazón, y un juego de palancas para los músculos. Para conciliar el desarrollo con la rigidez de los huesos, el crecimiento tiene lugar en las suturas entre las piezas óseas. En los huesos largos existen, hasta llegar a la edad adulta, discos cartilaginosos entre el cuerpo y los extremos: por allí se alargan y osifican gradualmente. En los invertebrados el esqueleto exterior proporciona además una protección, a menudo eficaz. Pero plantea insolubles problemas de crecimiento que obligan al animal a realizar *mudas* para evadirse de un *estuche* demasiado chico y luego crecer rápidamente antes de elaborar otro. Atraviesa así fases críticas en las que no dispone de una defensa rígida apropiada.

Pero si el esqueleto es una armazón, no es más que el elemento pasivo del movimiento. Es perfectamente concebible que un cuerpo blando conserve su forma (por ejemplo el neumático del automóvil) o se mueva como puede hacerlo un resorte o una estructura pulsátil que se llena y vacía alternativamente.

Los vegetales disponen de una armazón rígida que les ayuda a mantener su forma y a resistir el viento y otros factores climáticos. Desde el punto de vista industrial, por ejemplo, se procura obtener maíces híbridos, de tallos muy erguidos, porque ello simplifica enormemente el trabajo de las máquinas.
Los seres vivos se mueven contrayéndose. La contractibilidad es una propiedad inherente en mayor o menor grado a toda la materia viviente. Con la especialización se concentra en los músculos, pero casi todas las formas del protoplasma muestran algún grado de contractibilidad.

SERES UNICELULARES

La *ameba* vive en el agua; no necesita luchar contra su propio peso porque se halla en estado de flotación. Debido a que su membrana celular es fina y débil, el animal no tiene forma definida. Para moverse la ameba *fluye* emitiendo una prolongación de protoplasma llamada seudópodo (falso pie) en el que poco a poco se va acumulando toda la sustancia del animal, que de ese modo consigue trasladarse.

Los seudópodos sirven también para rodear e introducir en el cuerpo los alimentos.
Otros seres unicelulares poseen filas de pelos rígidos conocidos con el nombre de cilias, que vibran rítmicamente.
En otros casos tienen una prolongación única o flagelo, ondulante, como un látigo, que es su principal órgano de locomoción.

LA MEDUSA

La medusa no tiene esqueleto interno o externo ni tampoco un caparazón que la proteja. El agua, que forma el 95 % de su cuerpo, le proporciona gran parte del apoyo que necesita; cuando una medusa queda en la orilla fuera del agua se aplasta porque le falta esqueleto de sostén. El protoplasma de las células es generalmente tan fluido que también un elefante sin esqueleto se desplomaría como un montón de carne incapaz de movimientos eficaces y de defensa.
En la campana de la medusa hay algunas fibras musculares. Cuando se contraen, expulsan en forma de chorro el agua almacenada y la medusa avanza; luego se dilatan lentamente, penetra agua otra vez, y el ciclo recomienza. De ahí que la medusa, que carece de esqueleto, sea capaz de cierto grado de propulsión.



La medusa avanza mediante lentas extensiones y contracciones de su campana, que expulsan agua; el chorro así producido impele al animal. A la izquierda, la medusa contraída; a la derecha, la medusa floja o expandida.

LA HIDRA

La hidra es también un pequeño animal acuático sin esqueleto. Su cuerpo se parece a una bolsa vacía, con una boca rodeada por una corona de tentáculos. La bolsa consta de dos paredes, es decir de dos capas de células separadas por una sustancia gelatinosa. Algunas de las células se modifican y se prolongan con largas fibras musculares que al acortarse alteran considerablemente la forma del animal.
Las ilustraciones muestran cómo las fibras musculares de la capa exterior corren a lo largo del cuerpo, mientras que las de las células interiores son circulares.
Si las fibras longitudinales se acortan de un lado, el animal se inclina en esa dirección. Si todas lo hacen simultáneamente, la altura del animal disminuye. Cuando se contraen las fibras circulares, el cuerpo del animal se hace más fino y más largo.

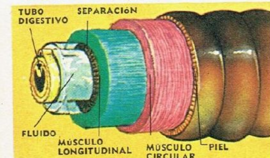
LOS GUSANOS

Tampoco la lombriz tiene esqueleto. Sus células se cementan o aglutinan mediante sustancias especiales y existen tejidos *conjuntivos* que mantienen los órganos en su posición debida.
Se puede considerar esquemáticamente a la lombriz como un par de tubos concéntricos y separados por una capa de fluido. La presión de este líquido mantiene la forma cilíndrica del gusano y provee al mismo tiempo un punto de apoyo (puesto que su volumen es fijo) y la lubricación necesaria entre el tubo digestivo y la parte muscular móvil.

En la lombriz de tierra las fibras musculares se disponen en forma inversa a las de la hidra: las externas son circulares y se encuentran inmediatamente debajo de la piel y las internas son longitudinales. Si las fibras circulares se contraen y las longitudinales se estiran la lombriz se alarga y su *calibre* o diámetro disminuye.
Para avanzar la lombriz estira primero la parte anterior, afirma en tierra un extremo y luego contrae su cuerpo comenzando por la parte posterior que se arrastra hacia adelante. Este proceso puede repetirse indefinidamente, y en general la parte anterior comienza a estirarse nuevamente antes de que haya concluido la contracción proveniente de atrás: de allí la especie de propagación ondulatoria que se observa en las lombrices cuando están avanzando.
El papel que cumple el fluido intermedio es importante.
Existen tabiques musculares que impiden que se desplace, de manera que la contracción de los músculos lo somete a una presión importante, transmisible al compartimiento subsiguiente.
Debido a la presencia de los tabiques la acción de los músculos longitudinales se hace sentir en pocos segmentos cada vez; de esta manera una parte del gusano puede estar ensanchándose mientras otras, en cambio, se estiran.
En ciertos gusanos marinos se demuestra fácilmente la importancia del fluido intersticial para la consistencia. En efecto, en estado normal horadan la arena en sólo dos o tres minutos, pero si con una jeringa se les extrae una pequeña cantidad de líquido su cuerpo se afloja y el rendimiento disminuye en forma muy apreciable.



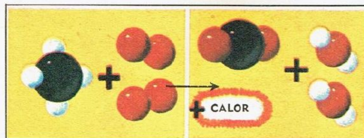
Cuando el gusano avanza los segmentos delanteros se estiran y todo el gusano se alarga. Las cerdas de los segmentos extremos se afirman en el suelo para impedir que el gusano experimente un empuje hacia atrás. Al acortarse los músculos longitudinales los segmentos posteriores se encogen y abultan o dilatan progresivamente.



Esquema de la disposición de las capas musculares en un gusano y una de las particiones que dividen en compartimientos el espacio lleno de fluido lubricante y regulador de presión interpuesto entre los músculos y el tubo digestivo. A la inversa de lo que ocurre en la hidra, las fibras longitudinales son interiores y las circulares, exteriores.

EL FUEGO

La combustión es la reacción química más utilizada y la que más perjuicios causa. Casi todas las industrias dependen de ella, y, por otra parte, los incendios provocan, anualmente, destrucciones enormes.
Es una reacción química rápida pero persistente, acompañada por emisión de luz y calor, que se autoabastece mientras dispone de materias primas suficientes y no se la extingue. Resulta comúnmente de una combinación súbita de un combustible con oxígeno, pero algunos metales activos, como el cinc, pueden arder en atmósferas de ciertos gases, como el cloro.
En la práctica, las moléculas de oxígeno se disocian en sus átomos y éstos se combinan con los de carbono e hidrógeno, que forman parte de combustibles tales como la madera, el carbón y el petróleo. La reacción emite vapor de agua, bióxido de carbono y energía en forma de calor. Tanto el oxígeno como el carbono son sumamente abundantes, en estado libre, en la corteza terrestre.



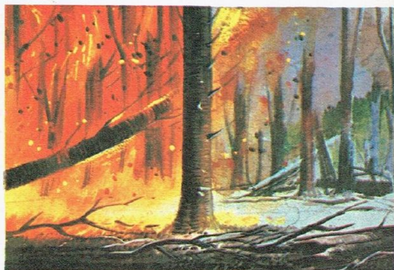
Química de la combustión. El combustible puede ser carbono (átomos negros) unido al hidrógeno (átomos blancos). Reacciona con el oxígeno (átomos rojos) para formar nuevos compuestos y desprender energía en forma de calor. Los átomos se reordenan y constituyen bióxido de carbono (compuesto de carbono y oxígeno) y agua (compuesto de hidrógeno y oxígeno).

DE LA OXIDACIÓN A LA EXPLOSIÓN

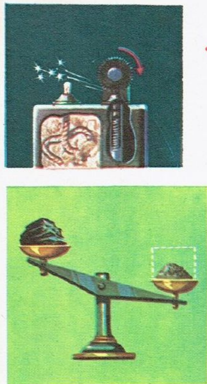
La combustión forma parte de un grupo muy extenso de reacciones, llamadas *oxidaciones*. La oxidación del hierro, en las condiciones habituales, es tan lenta que el calor desprendido se difunde y no se aprecia una elevación sensible de temperatura. Muchos explosivos, en cambio, no dependen del aporte exterior de oxígeno, puesto que lo contienen en su molécula; de aquí la casi instantaneidad de la reacción una vez iniciada.

LA LLAMA

La llama, manifestación visible del fuego, resulta de la incandescencia de gases desprendidos o de diminutas partículas de materia, compuestas, principalmente, por moléculas de combustible sin quemar. La luminosidad de la llama no está en relación directa con su temperatura; por ejemplo, la del soplete oxhídrico es casi invisible.
Cuando la provisión de oxígeno es insuficiente, la llama adquiere un color amarillo debido a partículas de carbono incandescente que, al no ser quemadas, se transforman en hollín. Cuando el suministro de oxígeno es abundante la llama se compone esencialmente de gases y su color adquiere un tono azulado; se la denomina llama *oxidante*.



Incendio de un bosque. Después de un verano seco, la maleza y los árboles resinosos pueden arder fácilmente. El viento esparce los gases calientes y propaga el fuego a las áreas inmediatas. Cuanto mayor es el incendio, más amplia es la zona de precalentamiento, que seca los vegetales húmedos antes de que se enciendan.



Para "iniciar" la combustión se requiere cierta temperatura "de ignición". Se la obtiene por ejemplo por el choque del pedernal con acero. En el encendedor para cigarrillos la chispa hace arder los vapores que se desprenden de una mecha empapada en un hidrocarburo liviano.

Cómo se obtiene el fuego mediante el calor producido por una reacción química. Los cerillas más primitivas tenían una cabeza de clorato de potasio y azufre que se encendía al sumergirla en ácido sulfúrico concentrado, que desalojaba al oxígeno.



Experimento sobre la combustión. Si se pesa un pedazo de carbón antes de la combustión y después de ésta, y se establece el peso de las cenizas "más el de los gases de la combustión" se encontrará que la segunda pesada da una cantidad mayor. Eso se debe a que el combustible incorpora oxígeno, que se combina con el carbono para formar bióxido de carbono, y con el hidrógeno para formar agua. La demostración es muy evidente con los metales cuyos óxidos no son volátiles.

En un mechero de Bunsen la parte inferior de la llama se forma con gases que aún no entraron en combustión; se puede colocar la cabeza de una cerilla en la base de ese cono, sin que arda.

IGNICIÓN Y REGULACIÓN

Para *iniciar* la combustión se necesita alcanzar cierta temperatura, denominada *de ignición*; luego, el mismo calor desprendido por la combustión mantiene el proceso.

También puede regularse la intensidad de la energía calórica liberada aumentando o disminuyendo la cantidad de oxígeno, la cantidad de combustible (ésta es la función del acelerador del automóvil), o pulverizando este último para que ofrezca mayor superficie libre a la combinación con el oxígeno.

EXTINCIÓN POR EL FRIO

El agua, capaz de almacenar más calor que cualquier otra sustancia, es el agente más efectivo para apagar incendios, mediante el enfriamiento del material que arde.

En ciertos casos (incendios de fardos de algodón, por ejemplo) se le añaden humectantes y detergentes para que penetre mejor.

En otros casos se procura elaborar una espuma (por ejemplo, con sustancias efervescentes y jabones), con el objeto de que forme como una manta que impida la llegada del oxígeno hasta el combustible.

También se la emplea en forma de niebla, porque permite al bombero acercarse más al fuego, y porque en los incendios de petróleo y sus derivados no pueden usarse chorros de agua, pues el material ardiente flotaría sobre ésta. El vapor de agua que se forma con la niebla constituye, también, una barrera para el oxígeno.

En ciertos incendios el agua es contraproducente. El magnesio ardiente reacciona con ella despojándola de su oxígeno, o sea que se obtiene otra combustión alimentada por el agua misma, sin contar con que el hidrógeno desprendido arde luego por su cuenta.

EXTINCIÓN POR AISLACIÓN

Consiste en formar, encima del fuego, una capa de vapores muy densos que obstruyan el acceso del oxígeno. Se utilizan el tetracloruro de carbono, el clorobromometano, y diversos freones. Su inconveniente principal es su toxicidad. El tetracloruro de carbono, por ejemplo, es narcótico, y puede anestesiar a una persona que, de otra manera, hubiera escapado del incendio; además, su contacto con el fuego genera pequeñas cantidades de fosgeno, gas extraordinariamente tóxico.

EXTINCIÓN MEDIANTE INHIBIDORES

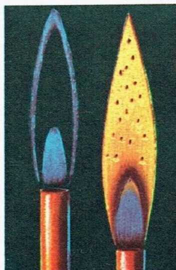
El anhídrido carbónico es un gas inerte, bastante pesado, que tiende a permanecer junto al fuego, a neutralizarlo y a impedir el acceso del oxígeno. Por esta razón se lo usa extensamente en los extinguidores portátiles para el ataque inmediato del fuego, en los que constituye el ingrediente gaseoso de la espuma. En muchas industrias se dispone de tanques de anhídrido carbónico líquido, pero las pérdidas son peligrosas y es necesario controlarlos frecuentemente. Debido a esto los sistemas rociadores automáticos de agua son todavía la forma más común de protección contra incendios en los grandes edificios y en las plantas industriales. Debe reconocerse que estos dispositivos han evitado muchos desastres en los últimos años.

EXTINCIÓN MEDIANTE SÓLIDOS

Un polvo seco, compuesto principalmente por bicarbonato de sodio, está ganando terreno como extinguidor de incendios. Al calentarse, el bicarbonato de sodio emite anhídrido carbónico y además forma soda que tiende a absorber el calor y neutralizar el fuego (también emite vapor de agua cuyo elevado calor de vaporización resulta muy útil).

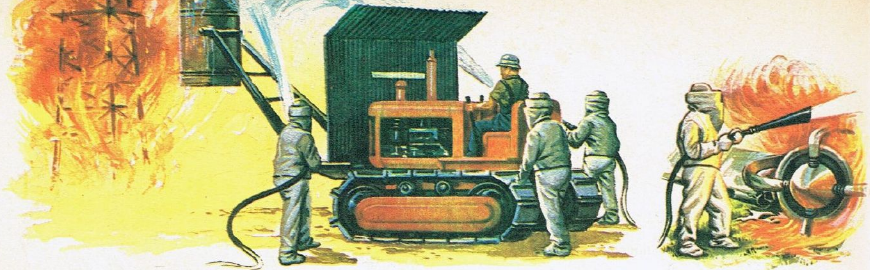
Las partículas de polvo deben ser del tamaño correcto para evitar que su fusión las transforme en una sola masa. El efecto de un polvo eficaz es triple. Primero, genera anhídrido carbónico en el mismo lugar donde se lo necesita; segundo, enfría el material ardiente, y, tercero, provee una capa protectora que aísla el

Llama de un mechero de Bunsen para gas. A la izquierda, llama con un cono azul en el centro, compuesto de gas de alumbrado sin encender y cuya temperatura tiende a elevarse; una cabeza de cerilla colocada en su base no arde; el resto de la llama se compone íntegramente de gases en combustión y produce gran cantidad de calor. A la derecha una llama a menor temperatura por carencia de oxígeno; es más "luminosa" debido a las partículas de carbón incandescente. El carbono del combustible no puede combinarse con el oxígeno, pues no existe allí la cantidad necesaria de este último elemento, y sus partículas se desprenden en forma de hollín. La llama azul es "oxidante", y la amarilla es "reductora".





Los tejidos presentan una gran superficie libre y son, en principio, muy inflamables. Si se acercan a la llama se deshacen en ella enseguida (parte superior de la figura). Sin embargo, esos tejidos pueden impregnarse con sales especiales "ignífugas", después de lo cual arden sólo lentamente. La celulosa (algodón, rayón) arde más fácilmente que la lana.



La lucha contra el fuego en un pozo de petróleo. Debido a la abundancia de material combustible, la solución clásica consiste en producir una explosión en el centro para apartar las llamas del pozo. Un camión especial provisto de largos brazos coloca la carga; para impedir que ésta explote antes de encontrarse en la posición oportuna se la rocía continuamente con agua.

Se rocía con espuma un avión incendiado. Ésta forma un "manto", que impide el acceso del oxígeno.

incendio. Además el bicarbonato de sodio no es tóxico y se limpia fácilmente después del incendio. Es útil cuando el fuego es reducido, y especialmente si su origen es eléctrico.

PRECAUCIONES

Nunca debe usarse un chorro de agua para apagar líquidos que flotan sobre ella, como las pinturas a base de aceites o los derivados del petróleo.

En un incendio de origen eléctrico el uso del agua es extremadamente peligroso y puede ser completamente ruinoso en los incendios de generadores y motores eléctricos.

El empleo de arena puede resultar efectivo. En los incendios de bosques se procura evitar la propagación cavando trincheras y eliminando árboles, es decir, siguiendo una política de *tierra arrasada*, que sustrae el combustible a la quemazón.

En muchos edificios industriales existen puertas herméticas de metal para impedir la propagación de los incendios; los desastres en grandes hoteles se deben a menudo a que los pasajeros, al huir, dejan abiertas las puertas y favorecen así la circulación o *tiraje* del aire caliente.

Los extinguidores domiciliarios constan de dos recipientes separados: uno con ácido sulfúrico y otro con bicarbonato de sodio y algún agente capaz de producir espuma: basta invertirlos para que ambos ingredientes se mezclen y el aparato proyecte abundantes burbujas de anhídrido carbónico.

SISTEMAS DE ALARMA

Existen dispositivos que accionan una alarma, aparatos de rociado u otras medidas preventivas a los primeros signos de incendio. En las fábricas de pólvora actúan en pocas milésimas de segundo, inundando el local.

Los sistemas de rociado automático se componen generalmente de aleaciones que funden a muy baja temperatura y son los más comunes. Su función es doble porque no solamente son sensibles al calor sino que ponen en movimiento los mecanismos de defensa.

Existen aparatos que funcionan por medio de termostatos, que ponen en marcha todo un mecanismo accionado por electricidad. Sin embargo, todos ellos presentan un inconveniente: se guían sólo por una temperatura mínima que a veces se alcanza sin que haya incendio; en ciertas fiestas y lugares de diversión el público puede verse desagradablemente sorprendido, por una inesperada lluvia de agua fría.

Por esta razón, las instalaciones más modernas combinan tres dispositivos. En primer lugar, un detector de humo situado a cierta distancia del lugar donde puede producirse el incendio (depósitos de mercaderías y bagajes, por ejemplo); funciona mediante células fotoeléctricas especiales. En segundo lugar existe en los sitios de probable incendio un mecanismo sensible a la luminosidad de las llamas, que responde principalmente a los rayos infrarrojos que éstas emiten; es muy veloz y actúa en una fracción de segundo. Este dispositivo demostró ser muy útil para impedir explosiones en los tanques de gasolina de los aviones, en los que el aparato perceptor y el extintor están juntos en el interior mismo del depósito. En tercer lugar, se colocan dispositivos que no sólo perciben una temperatura máxima, sino sobre todo *la velocidad con que ésta aumenta*; puede distinguirse así el calor de un incendio del producido por factores climáticos o por aglomeración de personas.

SUSTANCIAS IGNIFUGAS

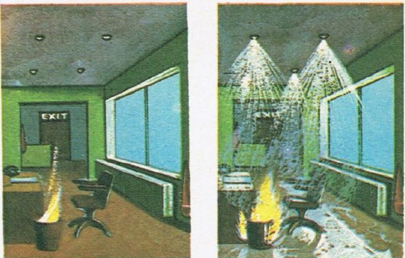
En muchos casos las materias celulósicas (papel, textiles, madera, cartón) se tratan con sustancias que retardan la propagación del fuego y se denominan *ignífugas*.

Uno de los métodos más simples y comúnmente usados para los productos de papel y madera consiste en impregnarlos con ciertas sales solubles como el sulfato de amonio, el fosfato de amonio, el bórax y el ácido bórico. Se comprende que semejante tratamiento no resiste el lavado o la intemperie.

Se puede obtener una resistencia limitada al lavado añadiendo ciertas lacas de urea y fosfato de amonio.

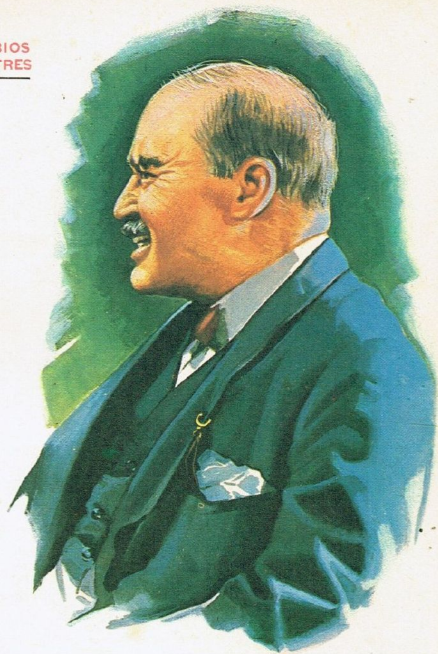
También se suele incorporar ignífugos insolubles a la masa del papel durante la fabricación. Se trata en general de óxidos o sulfuros metálicos; el costo de elaboración y el equipo sólo se justifican en variedades singulares, como para los decorados teatrales.

La impregnación de la madera con plásticos líquidos que fraguan mediante el calor (variedades de baquelita y fenolurea) mejora simultáneamente las propiedades mecánicas y la resistencia al fuego, como en el *hardboard* y en los laminados de urea denominados *fórmica*. Para evitar las marcas dejadas por cigarrillos encendidos suele incorporarse, muy cerca de la superficie, una delgada capa de metal que dispersa el calor.



Rosetas automáticas accionadas por un termostato arrojan agua sobre un incendio antes de que lleguen los bomberos. Un sistema bastante similar utiliza válvulas cuyo fondo está formado por una aleación que funde a baja temperatura y deja caer oportunamente el agua, cuando el calor del incendio las acciona.

RONALD ROSS
y el paludismo



Ronald Ross (1857-1932) recibió el Premio Nobel en 1902 y un título de nobleza en 1911. Fue el primer director del Instituto Ross para enfermedades tropicales.

El paludismo o malaria es un azote de la humanidad desde las más remotas épocas históricas. El complicado ciclo vital de su parásito impidió descubrir, durante muchos siglos, la forma de propagación.

LOS PRIMEROS DESCUBRIMIENTOS

En 1880 Laveran, médico francés del Hospital de Constantina, realizó el descubrimiento capital del parásito en la sangre de un soldado palúdico. Pero sólo veía uno de los múltiples aspectos de la compleja evolución del hematozoario y le era imposible determinar su naturaleza. Entretanto, el médico británico Manson descubría en China que otro parásito, el de la filariosis, se transmitía al hombre por medio de la picadura de un mosquito.

RONALD ROSS

Ronald Ross, médico británico que trabajaba en la India, descubrió un hematozoario semejante al de Laveran en la sangre de ciertas aves, y consiguió demostrar que eran mosquitos los que lo transmitían. Los mosquitos vectores del parásito son principalmente las hembras del *anofeles*. El zoólogo italiano Grassi estableció en forma irrefutable que el hematozoario de Laveran era completamente análogo al estudiado por Ross en las aves y que la enfermedad era contagiada por los mosquitos.

LUCHA CONTRA LOS INSECTOS VECTORES

Como el ciclo del microbio es bastante complicado, se procura romper la cadena por su eslabón más débil. Desde hace años se echa en la superficie de lagunas y estanques una delgada capa de petróleo que mata las larvas que ascienden desde el fondo, al concluir su metamorfosis. Pero, desgraciadamente, hay variedades de anofeles que se desarrollan en charcas pequeñísimas. Actualmente, el DDT y otros insecticidas colaboran eficazmente. También se desinfectan los aviones transoceánicos después de cada vuelo.

QUIMIOTERAPIA Y VIGILANCIA DE RESERVORIOS

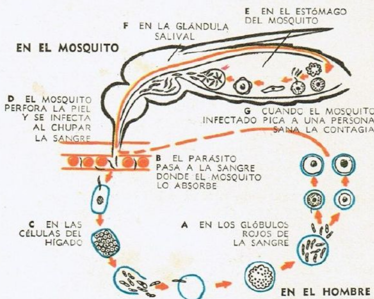
Muchos ex enfermos conservan en su sangre los gérmenes del paludismo y constituyen una fuente potencial de contagio para las personas sanas. En los países más avanzados, donde son poco numerosos, la policía sanitaria les prohíbe desempeñar ciertos trabajos y los vigila estrechamente.

Entretanto, desde hace más de veinte años, la quimioterapia perfeccionó extraordinariamente las drogas capaces de prevenir la infección, de superar el período crítico de la enfermedad y de controlar sus manifestaciones ulteriores. Como, por otra parte, son baratas, de fácil administración y de efectos bastante prolongados, han permitido eliminar la enfermedad de países enteros. La técnica habitual consiste en suministrarlas periódicamente a los escolares o a la masa de la población en general.

Los enfermos de paludismo se aíslan con mosquiteros para evitar la entrada de anofeles que luego transmitirían el parásito a otras personas.

CICLO VITAL DEL PLASMODIO

Las transformaciones del parásito son bastante complejas y se detallan en el diagrama. En resumen, el mosquito adquiere el plasmodio de Laveran al picar a una persona enferma. Los microbios se reproducen en su estómago y algunos de ellos llegan a sus glándulas salivales. Cuando el mosquito pica a un individuo sano le inyecta su saliva anticoagulante, que llega a sus vasos sanguíneos con el plasmodio e infecta su sangre.



La vida del parásito del paludismo comprende dos eslabones principales: el mosquito y el hombre, que se lo transmiten mutuamente. La figura es un esquema simplificado de ambos ciclos, donde se pueden seguir las transformaciones del parásito.

CORRIENTES CONTINUA Y ALTERNA

ELECTRICIDAD

Se convino cuando se descubrió la corriente eléctrica, que ésta recorría el conductor desde un polo llamado *positivo*, hasta otro llamado *negativo*. Cuando más tarde se averiguó la causa material de la corriente, que es un traslado de electrones negativos, se vio que el sentido real era exactamente inverso. Pero cambiar las convenciones previas hubiera sido muy engorroso.

ALTERNA Y CONTINUA

Una batería o una pila producen una corriente *continua* porque los electrones circulan siempre por el mismo sentido, desde el terminal negativo hacia el terminal positivo. En cambio, cuando la dirección de la corriente se invierte a intervalos regulares, la corriente se denomina *alterna* y los electrones se mueven hacia atrás y hacia adelante, en torno a una posición media, en el circuito conductor. Ya vimos en la pág. 23 que los generadores producen normalmente una corriente alterna.

CICLO Y FRECUENCIA

Cada movimiento completo de los electrones hacia adelante, hacia atrás y nuevamente avanzando hasta retornar al punto inicial se denomina *ciclo*; la *frecuencia* de una corriente alterna expresa su número de ciclos por segundo, habitualmente 50 ó 60.
Los relojes eléctricos son motores *sincrónicos* que se mueven al compás de la frecuencia de la corriente alterna, regulada a su vez por un reloj ubicado en la planta generadora.
Las ilustraciones sobre fondo amarillo muestran que la dirección de los electrones y por lo tanto el voltaje de la corriente alterna se invierten sin cesar. En un ciclo completo, la corriente comienza por cero, es decir sin desplazamiento en masa de los electrones, y crece hasta un valor máximo en determinada dirección; luego desciende nuevamente a cero e invierte el sentido hasta un nuevo valor máximo, y así sucesivamente.

LA POTENCIA ÚTIL

En la corriente continua basta cerrar el circuito para obtener casi instantáneamente un valor uniforme que sólo decae cuando la batería se agota.
Una estufa o una lamparilla que funcionan en corriente alterna se apagan teóricamente entre 100 y 120 veces por segundo (el ciclo completo pasa dos veces por una intensidad de cero). No lo notamos en la estufa, cuya resistencia es gruesa y tarda en enfriarse; pero el filamento de la lámpara es delgado y en muchos casos un objeto brillante en rápido movimiento nos permite percibir ese parpadeo. Igualmente son imputables a las variaciones de las corrientes alternas las vibraciones o zumbidos que se observan a veces en relojes eléctricos, motores sincrónicos y otras instalaciones.

VENTAJAS DE LA CORRIENTE ALTERNA

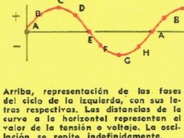
Ambas corrientes, continua y alterna, son igualmente eficaces. ¿Por qué entonces se prefiere, para la mayoría de los usos, la corriente alterna? En primer lugar porque el generador produce directamente una corriente alterna. En segundo lugar porque el transporte de grandes cantidades de electricidad a bajo voltaje es antieconómico y se prefiere enviar menos electrones con mucha mayor energía; para eso se necesita a la salida del generador un elevador de voltaje y a la llegada a la red domiciliaria otro transformador que baje la tensión a sus valores normales, y ello no se puede conseguir económicamente con la corriente continua. En esquema aparte explicamos cómo funcionan los transformadores.
En la práctica el transporte por cables de alta tensión se hace a 380.000 voltios y se piensa llegar hasta 700.000; y luego por medio de transformadores se hace bajar de nuevo el voltaje a 220 ó 110 voltios. Si la transmisión se efectuara a 220 voltios, los cables se calentarían con gran pérdida de energía eléctrica.
Para transportar corriente continua es necesario en primer lugar transformarla en alterna, luego elevar su voltaje con un transformador, después, reducir su tensión, en el punto de llegada, y, luego, pasarla por un rectificador (ya explicado) que la transforme nuevamente en corriente continua.

INTENSIDAD EFICAZ

Cuando decimos que una corriente continua tiene un potencial de 220 voltios expresamos exactamente la diferencia constante entre sus dos polos. Pero como la corriente alterna varía desde cero hasta un cierto valor y luego baja nuevamente a cero, para obtener una *corriente eficaz* de 220 voltios, los puntos más elevados (C y G en la figura) se encuentran en realidad por arriba de 300 voltios. El promedio, no aritmético, nos da la intensidad *práctica* de 220 voltios.



A la izquierda (A, B, C, D, E, F, G, H, A) movimiento de los electrones en la corriente alterna. No se indican los átomos, que permanecen casi inmóviles. Los esquemas muestran claramente que los electrones se agitan alrededor de una posición media.



Arriba, representación de las fases del ciclo de la izquierda, con sus letras respectivas. Las distancias de la curva a la horizontal representan el valor de la tensión o voltaje. La oscilación se repite indefinidamente.

En una "corriente continua" el movimiento de los electrones puede representarse mediante una línea recta horizontal. Una vez que ésta alcanza cierto valor no varía más hasta que cesa el suministro.

ELEVACIÓN DE VOLTAJE

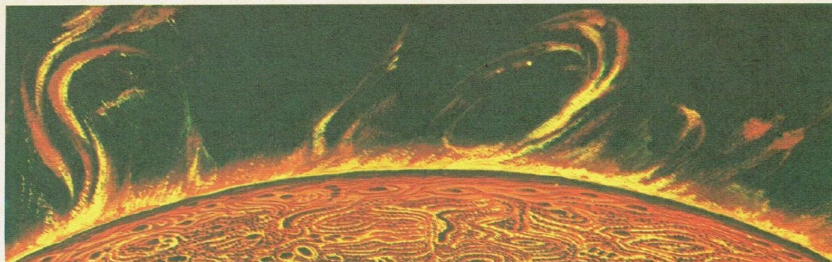


REDUCCIÓN DE VOLTAJE



CÓMO FUNCIONAN LOS TRANSFORMADORES

Al estudiar los solenoides (pág. 144) vimos que una corriente que circula por una bobina origina un campo magnético o imán. Si es alterna, dicho imán se invierte muchas veces por segundo. Si se le acerca otra bobina completamente separada o desconectada de ella, el campo magnético de la primera origina un voltaje en la segunda. Esta segunda corriente también será alterna, y sincrónica con la primera. Pero el voltaje respectivo de las dos bobinas depende de la relación entre el número de espiras de cada una. Si la segunda bobina (secundario) tiene diez veces más vueltas que la primera (primario), se generará en ella un voltaje diez veces mayor y una intensidad (o cantidad de corriente por segundo) diez veces menor. Inversamente se podrá hacer bajar el voltaje en el secundario o inducido, cuando el primario o inductor tenga más espiras que él, como se muestra en las ilustraciones de la derecha. En la práctica ambas bobinas se arrollan a un núcleo de hierro común que "orienta" el campo magnético y aumenta la efectividad del dispositivo.
Debido al principio de la conservación de la energía no debe imaginarse que un transformador permite obtener una potencia mayor partiendo de una potencia menor: en efecto lo que se gana en voltaje o tensión se pierde en intensidad o cantidad de corriente, y viceversa.



La superficie del Sol está siempre activa y emite grandes llamaradas de gas, que sólo se observan durante los eclipses.

EL SOL

Cuando se mencionan las fantásticas cifras relativas al Sol o la Tierra, el lector se pregunta cómo se las conoce. En notas sucesivas explicaremos de qué manera se las obtiene, y probaremos cómo concuerdan asombrosamente unas con otras. En este artículo nos limitaremos a consignar dichas dimensiones.

PRINCIPALES CARACTERISTICAS FISICAS DEL SOL

Magnitud	Dimensión	Error posible
Distancia media a la Tierra (unidad astronómica)	149.600.000. Km.	3/10.000
Radio del Sol	696.000 Km. (100 veces el radio de la Tierra, o sea un millón de veces su volumen)	1/1.000
Masa del Sol	1.991 cuatrillones de toneladas (300 mil veces la masa de ia Tierra)	2/1.000
Densidad media del Sol	1.410 gr. por dm^3.	2/1.000
Gravitación en la superficie	273,80 m. por segundo (28 veces la gravedad o peso terrestre)	2/1.000
Emisión de energía por la superficie	6,34 kw. por cm^2. (y por segundo, naturalmente)	2/100
Temperatura superficial	5.780° K (los grados Kelvin o absolutos se cuentan a partir del frío máximo, es decir de 273° bajo cero)	1/100
Inclinación de su eje de rotación	7° (con relación al plano de la eclíptica)	
Período de rotación	En el Ecuador, 25 días. En los polos 31 días. Promedio, 27 días. La rotación del Sol no es uniforme porque no se trata de un sólido sino de una masa gaseosa.	

EL SOL

Centro del sistema planetario, pertenece a la clase más numerosa de estrellas. Se compone de una masa de gases incandescentes. Es la fuente casi única de luz, calor y vida sobre la Tierra y contiene los mismos elementos que ésta, aunque en distintas proporciones. Es 1.047 veces mayor que Júpiter, el más grande de los planetas.

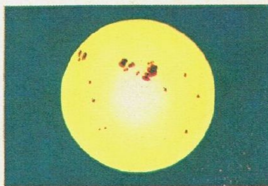
ATMÓSFERA DEL SOL

Cuando hablamos del radio de la Tierra, prescindimos de la atmósfera que se enrarece gradualmente. Exactamente lo mismo ocurre con el Sol.

Las naves espaciales han revelado vientos solares que se extienden más allá de nuestro planeta y cuyas variaciones provocan las auroras boreales, perturbaciones en las brújulas y alteraciones en las transmisiones de radio. La parte más exterior de la atmósfera solar es la corona, de densidad extremadamente baja y de elevadísima temperatura, cuya extensión es de varios radios solares. Es transparente, blanco-verdosa, se compone principalmente de vapores de hierro y níquel que absorben una parte de los rayos del Sol y solamente se la observa bien en los eclipses totales.

La capa atmosférica más contigua al Sol es la cromosfera, de unos 10.000 Km. de espesor, de color rosado, compuesta principalmente de helio e hidrógeno, tenue y transparente y agitada a veces por enormes llamaradas o protuberancias.

La cromosfera y la corona emiten ondas de radio de una frecuencia de 15 a 30.000 megaciclos que son estudiadas por los radiotelescopios.



Las manchas solares aparecen por lo general por grupos, aunque pueden nacer aisladamente; son transitorias y duran de unas horas a 2 ó 3 meses.

CUERPO DEL SOL

El Sol es opaco. Sólo contemplamos su corteza exterior, la *fotosfera*, que se describe a menudo como la superficie visible del astro. Emite un espectro de luz continua y la agitan fenómenos transitorios y aislados como nubes, tormentas y tornados, similares en escala mucho mayor a los de la atmósfera terrestre.

Si la menor temperatura del Sol llega a 5.000°, ello supone que el astro es totalmente gaseoso. Si su masa y la consiguiente fuerza de gravitación son tan enormes, cabe preguntarse por qué el Sol no está más comprimido, o sea por qué su densidad no es mayor. La razón es que las asombrosas pre-

siones que reinan en el interior del Sol desintegran sus átomos y producen una serie de reacciones nucleares, a una temperatura de cerca de 20 millones de grados, cuya consecuencia es una *presión de radiación*, una expansión hacia el exterior. La astronomía conoce, en parte debido al mismo fenómeno, estrellas pulsantes llamadas *cefeidas* y estrellas explosivas llamadas *novae*.

$E = MC^2$

Esta ecuación, formulada en 1905 por Einstein, establece que la materia y la energía son equivalentes e intercambiables. **E** es la energía medida en ergio; **M** la masa en gramos y **C** la velocidad de la luz en centímetros por segundo. La conclusión es que una pequeña cantidad de masa puede dar una enorme cantidad de energía. La tremenda radiación solar es obtenida así por una reducción de masa; en efecto, el núcleo del hidrógeno pesa algo más de 1, y cuando se reúnen dos protones y dos neutrones para formar un núcleo de helio de masa 4 hay una pérdida de materia de 0,7 %. De esta transformación de materia en energía, que es la de mayor rendimiento que se conoce, nacen todos los rayos solares. Para que dicha reacción *termonuclear* se lleve a cabo se necesitan elevadísimas temperaturas porque los átomos deben estar despojados de su cortejo de electrones para que los núcleos puedan fusionarse. Se calcula que, mediante este fenómeno, el Sol puede mantener su brillo durante cien millones de años; si lograra convertir toda su masa en energía, su brillo duraría 150 veces más. Las proporciones en peso en el interior del Sol son: 70 % de hidrógeno y 27 % de helio.

MANCHAS Y PROTUBERANCIAS

Como el Sol gira más rápidamente en el ecuador que en los polos se forman remolinos cuyo sentido de rotación es opuesto en los hemisferios norte y sur. Como por otra parte los átomos del Sol están disociados debido a las altas temperaturas, poseen carga eléctrica. Sabemos ya que los movimientos eléctricos engendran campos magnéticos.

Las manchas solares, más oscuras que el resto de la superficie debido a su menor temperatura, son los remolinos que hemos mencionado. De vez en cuando emiten enormes llamaradas que atraviesan la cromosfera y la corona y son en general las responsables de las perturbaciones solares, que provocan tempestades magnéticas en la Tierra. A las pocas horas de una tormenta solar hay una súbita alteración de las comunicaciones radiales terrestres, y dos días después sufrimos la invasión de un viento solar reforzado que suele provocar la interrupción de las transmisiones, sobre todo en las regiones polares (estos puntos fueron estudiados ya en una nota anterior).

Son las manchas solares las que nos permiten medir la velocidad de rotación del Sol sobre su eje. Como ésta es de unas cuatro semanas, y las manchas solares pueden durar entre pocas horas y dos o tres meses, disponemos de un elemento poco sólido de previsión de las tormentas magnéticas terrestres. En efecto, cuando una mancha aparece sobre el borde del Sol sabemos que cuando llegue al meridiano que enfrenta a la Tierra, es decir una semana después, sufriremos sus efectos. Pero carecemos de todo otro método para prever las perturbaciones solares y las consiguientes tormentas magnéticas terrestres.

OBSERVACIONES DESDE COHETES

Su objeto es suprimir la pantalla que nuestra atmósfera crea a las radiaciones solares, y sus éxitos son ya importantes. Mediante cohetes y satélites se han estudiado las ondas más cortas del espectro solar (menores de 2.900 Å) que la atmósfera superior de la Tierra absorbe por completo. Se han obtenido fotografías directas del espectro solar "puro", que abarcan todas las longitudes de ondas posibles y también se han revelado y medido todas las radiaciones más allá de la zona de los rayos X hasta las longitudes de 5 Å (el Å equivale a la diezmillonésima parte de un milímetro).



TAXONOMÍA

LOS MOLUSCOS

Comprenden unas 10.000 especies; su cuerpo no está dividido en segmentos; no tienen miembros articulados; carecen de esqueleto interno o externo pero suelen segregar un caparazón que protege su piel húmeda y sensible. Se mueven mediante un *pie* musculoso y, generalmente, viven en el agua.

La clase de los **anfineuros** comprende unos pocos animales marinos muy antiguos, con simetría bilateral y sin ojos. El caparazón puede ser compuesto (*quitón*, 1) o simple.

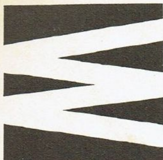
En la clase de los **gasterópodos**, con tentáculos y cuerpo arrollado (babosa y caracoles) los individuos respiran por medio de branquias, excepto los caracoles terrestres que poseen pulmones exteriores —no interiores— para absorber directamente el oxígeno del aire (*buccinum*, 2; *littorina*, 3; *coryphella*, 5; *hélix* o caracol, 6 y *limaza* o babosa, 4).

Clase de los **escafópodos**. Grupo exiguo, viven semienterrados en los fondos marinos alojándose en una conchilla tubular (*dentalium*, 7).

Los **lamelibranquios** poseen dos valvas (*bivalvos*) y simetría bilateral. Casi todos se alimentan de pequeñas partículas capturadas por una mucosidad de sus branquias que luego fluye hacia la boca (*anodonta*, 8; *almeja*, 9; y *ensis*, 10).

La clase de los **cefalópodos** comprende los pulpos, los calamares y el nautilus. La *sepia* (11) y el *loligo* (13) tienen diez "brazos" o tentáculos alrededor de la boca mientras el *octopus* o pulpo (12) sólo posee ocho. En los calamares hay una armazón interna córnea. Atrapan el alimento con sus tentáculos y lo llevan a sus mandíbulas córneas. El *nautilus* (14) posee un caparazón externo y muchos tentáculos sin ventosas.

FABRIL 8-11-65



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

¿POR QUÉ FALLAN LOS SATELOIDES?

Son muchos los que se preguntan por qué es tan elevada la proporción de fracasos en las naves espaciales, en las que, por razones de costo y prestigio, no debería tolerarse el menor error. Si se considera que una duración de 6 meses es excelente, ¿qué haremos para lograr buen éxito en viajes interplanetarios hasta Marte, que exigen, por lo menos, 7 u 8 meses?

Trataremos de aclarar el problema. En primer lugar, supongamos que la nave espacial consta de diez conjuntos de diez aparatos, cada uno de éstos con mil piezas básicas. El buen funcionamiento del sateloide o planetoide, en su integridad, dependerá de cada una de las 100.000 piezas de que consta. Si cada una de ellas tiene una probabilidad de 1.000 contra 1 de funcionar eficazmente durante 6 meses, ello significa que al cabo de ese lapso 100 piezas ya no marcharán como es debido. Afortunadamente la seguridad que se ha logrado es mucho mayor.

Intervienen también otros factores. Los dos principales son el envejecimiento de los metales, que se debe muy a menudo a oclusiones imperceptibles de gases, y la precisión requerida, que es del orden de la millonésima.

Los remedios que se utilizan son dos. En primer lugar se emplean "simuladores" de las condiciones que deberá afrontar el vehículo, es decir, vibraciones, aceleraciones, temperatura, vacío y radiaciones. Por esta razón suelen construirse dos naves espaciales cuando se lanza una. El segundo remedio consiste en multiplicar la probabilidad de vida de los aparatos más sensibles, colocándoles "suplentes" para prever cualquier desperfecto. Si la probabilidad de vida activa de una pieza es de 1.000 contra 1, al colocar dos piezas, que pueden funcionar indistintamente, la probabilidad de eficiencia se elevará al cuadrado, es decir, al millón contra uno. El inconveniente reside en que se aumenta enormemente la carga útil. Nace así, poco a poco, una ciencia de los desperfectos.

LAS COMPUTADORAS Y EL LENGUAJE

Al extenderse el campo de acción de las computadoras se hace flagrante la ambigüedad del lenguaje común, que no nos permite dar a las máquinas órdenes perfectamente lógicas. Ello lleva a la elaboración de nuevos signos, de un nuevo lenguaje y de una nueva sintaxis.

La edad heroica. — Lo que pasmó al público en las primeras calculadoras electrónicas, que reemplazaban los engranajes por impulsos eléctricos, fue su velocidad impresionante: efectuaban, en un abrir y cerrar de ojos, gigantescas series de operaciones. Pero no resolvían los problemas: de ellas sólo podían esperarse las series de cálculos que se les dictaba. Mediante un código bastante simple se ordenaba por ejemplo, a la máquina: "multiplicar M por J y anotar el resultado en la memoria 102; luego, multiplicar K por L, conservar el resultado en la memoria 103; después, dividir el primer resultado por el segundo", y así sucesivamente. Con todo, el balance era positivo, porque aunque la "programación" era larga, la máquina ahorraba decenas de horas de trabajo y dedicación a los matemáticos especializados.

El embotellamiento. — Cuando el campo de acción de las computadoras se extendió, los códigos se complicaron. Existe, es cierto, un sistema con un teclado similar al de la máquina de escribir, en el que al anotar las tres primeras letras de palabras como "tangente", "coseno" o "logaritmo", la máquina "comprende" y realiza las operaciones. Pero subsiste el problema máximo, consistente en dictar órdenes libres de toda ambigüedad. Los seres humanos interpretan, inconscientemente, muchos signos de valor múltiple: por ejemplo, la coma en un párrafo tiene un sentido muy distinto al de la coma en una cantidad; "x" puede significar una consonante y también el signo de multiplicar, etcétera. Y cuando tratamos de descomponer en sus valores intrínsecos todos los símbolos que emplea nuestro lenguaje, comprendemos que necesitaríamos teclados de miles y miles de elementos.

Un idioma lógico. — El "Fortran" es un lenguaje universal simplificado, que utiliza IBM para armonizar las necesidades elementales de la lógica con la sencillez del funcionamiento. El profesor soviético Kalmar preparó un lenguaje científico en el que cada símbolo tiene un significado propio, totalmente independiente del sentido del resto de la frase; pero, en el mejor de los casos, necesitaría una máquina con 1.000 teclas (nótese que la máquina de escribir común tiene más de 60 signos prácticos, ya que la palanca de las mayúsculas los duplica). Si combinamos una serie de claves, es decir, si damos un sentido particular a series de dos o tres signos, podemos llegar a una gramática aceptable. Pero como la máquina debe transformar las instrucciones en números, la complicación interna resultará inmensa; piénsese, por ejemplo, en la diferencia entre las frases "dar pie para que" y "dar con el pie en", u otra similar, para comprender cuántos detalles debería asimilar la máquina para poder transformar nuestras expresiones habituales en órdenes perfectamente lógicas.

Algunos trabajos simples. — Las estadísticas fueron uno de los primeros triunfos de las computadoras: en una tarjeta se indicaba, mediante perforaciones, el sexo, el estado civil, la edad, etcétera, de los habitantes y luego se podía pedir a la máquina que sumara cualquier combinación de características ya anotadas. Algo más complejos son los problemas de renovación de mercaderías en los almacenes, pero los resultados son excelentes. La clasificación alfabética, la separación por fechas, y otros trabajos sencillos, se realizan admirablemente. En forma similar, las tareas de exégesis, como saber cuántas veces se repite una determinada palabra en cierto autor o en cierta época de un idioma, son también muy sencillas para las máquinas, y se han utilizado ya en estudios bíblicos. En ciertos robos sensacionales fueron calculadoras las que, en tiempo relámpago, clasificaron, ordenaron y transmitieron la numeración de los billetes del botín.

Sin embargo, los casos en que máquinas especiales resuelven problemas de pura lógica o de geometría, a veces en formas a primera vista sorprendentes, no dejan de ser contadas excepciones.



CORREO DE LECTORES

CONSULTAS AGRUPADAS

M.A. — Los países que poseen más de un automóvil por cada cuatro habitantes son: Estados Unidos, Nueva Zelandia, Canadá y Australia.

D.M. — La población mundial crece diariamente en 130.000 personas (diferencias entre nacimientos y muertes). Actualmente es de 3.000 millones de individuos; se duplicó en los últimos 70 años, y se considera que volverá a duplicarse en los próximos cuarenta. Si este ritmo se mantuviera, en el año 3360 el peso de la humanidad sería superior al de la misma Tierra.

W.E. — La empresa que posee mayor capital es la "Bell Telephone System" que, con sus subsidiarias, pasa de los 28.000 millones de dólares.

E.N. — TECNIRAMA no publica un **diccionario técnico completo** que abarque la física, química, electrónica, etc., porque ocuparía tantas páginas que, al concluirse, muchas de sus partes quedarían ya anticuadas. Preferimos quedar a disposición de nuestros lectores para resolver sus dudas y publicar los nuevos términos y adquisiciones.

D.D.M. — Las **Isolettes** son **incubadoras individuales para niños prematuros** con control automático de la temperatura, humedad y proporción de oxígeno.

R.G. — La mayor epidemia que se haya registrado fue la peste negra o peste bubónica, que entre 1347 y 1371 mató 25 millones de personas sólo en Europa. Se atribuye a la pandemia gripal de 1918 unos 21 millones de muertes; comenzó en Brest, Francia.

A.Ch. — La nave más pequeña entre las que han cruzado el Atlántico de América a España fue el Sapolio, barca plegadiza de menos de cuatro metros y medio de largo. El viaje duró unos 3 meses, en 1892.

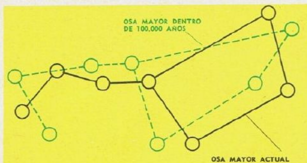
Y.M. — El **micrótomo,** aparato que corta láminas de espesor ínfimo, es un complemento indispensable del microscopio. La película más delgada que se haya obtenido es de 0,0005 milímetros de espesor (Dr. Fernando Morán, en Venezuela, marzo de 1958).



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

J.A.Z. — El movimiento propio de las estrellas es recto y uniforme, no curvo como el de los planetas y sus satélites, porque debido a su enorme alejamiento recíproco, la fuerza de gravitación entre ellas es insignificante. Pero son desplazamientos individuales independientes, no traslaciones conjuntas aparentes, como describimos en la nota de la pág. 172. La figura muestra la lenta deformación de la constelación de la Osa Mayor.



M.N.L. — Las cilias de las esponjas vibran siempre en el mismo sentido, durante toda la vida de la célula, sin detenerse jamás. Siendo las esponjas casi-colonias, es natural que reúnan células de distinto sexo y sean, por lo tanto, hermafroditas. Hay muy pocas colonias verdaderas de protozoarios: el ejemplo más conocido es el de peritricos, animálculos ciliados de aguas estancadas marinas o dulces.

L.G. — El esqueleto del Oreopiteco, descubierto en Italia septentrional en 1958, no parece formar parte de la familia de los homínidos. Actualmente, no se lo considera como antepasado directo o indirecto del hombre.

J.C. — La mayor lluvia de meteoritos que se haya registrado es la de la noche del 12 de noviembre de 1833, entre el golfo de México y Halifax. El número de bólidos se estimó en 240.000.

H.G. — El mayor cráter producido indiscutiblemente por el impacto de un meteorito es el Chubb Crater, en el norte de Canadá, descubierto por un aviador. Su circunferencia es de 10,95 Km. En Saskatchewan, también al norte de Canadá, existe una falla de 13,5 Km., que se puede atribuir a la caída oblicua de un meteorito.

P.R. — Las sustancias más refractarias que se conocen son el carburo de tántalo y el carburo de hafnio, que funden a 3.940° C. La llama más caliente es la de oxicirconio, que llega a 4.000° C.

J.C.F. — Se estima que la edad de nuestro sistema Tierra-Luna es de 4.950 millones de años. Si este período se comprimiera en un solo año, el primer hombre aparecería a las once de la noche del 31 de diciembre, y la era cristiana duraría menos de minuto.

G.B. — La **medusa más grande que se conoce,** la **Cyanea,** mide hasta unos 4 metros de diámetro y posee tentáculos de 25 m. de longitud. Se encuentra entre los invertebrados de mayor tamaño. Cada una es, en realidad, una colonia formada por diversos tipos de pólipos unidos a un gran "flotador".

C.S. — El aparato llamado **refractómetro** mide los índices de refracción de los minerales; algunos de éstos, como la turmalina, tienen dos índices diferentes (1,624 y 1,644) según la dirección de la luz, y basta obtener estas dos cifras para identificar inequívocamente al mineral.

M.L.E. — El primer eco de radar recibido de la Luna, que se mueve a cerca de 3.800 Km./hora, se obtuvo el 10 de enero de 1946.

Y PARA CONCLUIR...

FRÍO Y VIDA

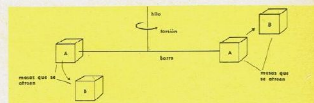
El frío no favorece la aparición de la vida, pero no destruye los microbios: se han encontrado virus vivos en los cuerpos helados de personas muertas hace siglos. Los esqueletos prehistóricos revelan una apreciable difusión de la tuberculosis ósea. Y, en cierta época, el paludismo llegó hasta Arcangelsk, cerca del polo Norte.

PRECURSOR DE LA CIBERNÉTICA

En la época de Humphrey Potter, en 1713, el agua de las minas se extraía mediante un cilindro vertical cuyo vapor se condensaba con un chorro de agua. Los niños, que entonces trabajaban entre 13 y 16 horas diarias, tenían que comunicar, alternativamente, el cilindro con la caldera y la reserva de agua. Uno de ellos, Humphrey, pensó en escapar de su esclavitud confiando el trabajo a la máquina. Ató la manivela al balancín de la bomba, de manera que cuando éste llegaba a un extremo invertía la corriente, mientras él jugaba.
El aburrimiento es un gran estimulante: **Mongé,** prisionero en las cárceles de Rusia tras la invasión napoleónica, creó —por tedio— la geometría descriptiva.

SEPAMOS CÓMO SE CALCULA

Aunque la realización es delicada, el principio que permite calcular la masa de la Tierra es simple. Se suspende de un hilo una barra con dos pesos "A", que se someten a la atracción gravitatoria de otras dos masas "B", como indica el esquema. El hilo experimenta una torsión, que permite medir la atracción entre esas masas conocidas. Como, por otra parte, se sabe la fuerza o peso con que la Tierra atrae a dichas pesas, no es difícil calcular qué masa debe tener nuestro planeta para producir ese efecto. En otra nota veremos cómo ello permite calcular la masa del Sol y las de los planetas. La fórmula de la gravedad dice que ésta es proporcional al producto (multiplicación) de las masas e inversa al cuadrado de la distancia entre sus centros de gravedad.



NOTICIA DE HACE 100 AÑOS

El primer petrolero: El Sr. Miller, de Filadelfia, envía a Liverpool un barco recientemente construido, que consta de 12 inmensos tanques de hierro y que sólo podrá dedicarse al transporte de petróleo. Se espera que podrá cargar más de 200.000 litros, o sea, aproximadamente, 160 toneladas.

FRASES CÉLEBRES

Dijo A. Einstein: "La imaginación es más importante que el conocimiento".

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	30.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COLOMBIA,	Pesos	2,50	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4.—
*CHILE,	Escudos	0,60	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—	*VENEZUELA,	Bolívares	1,25

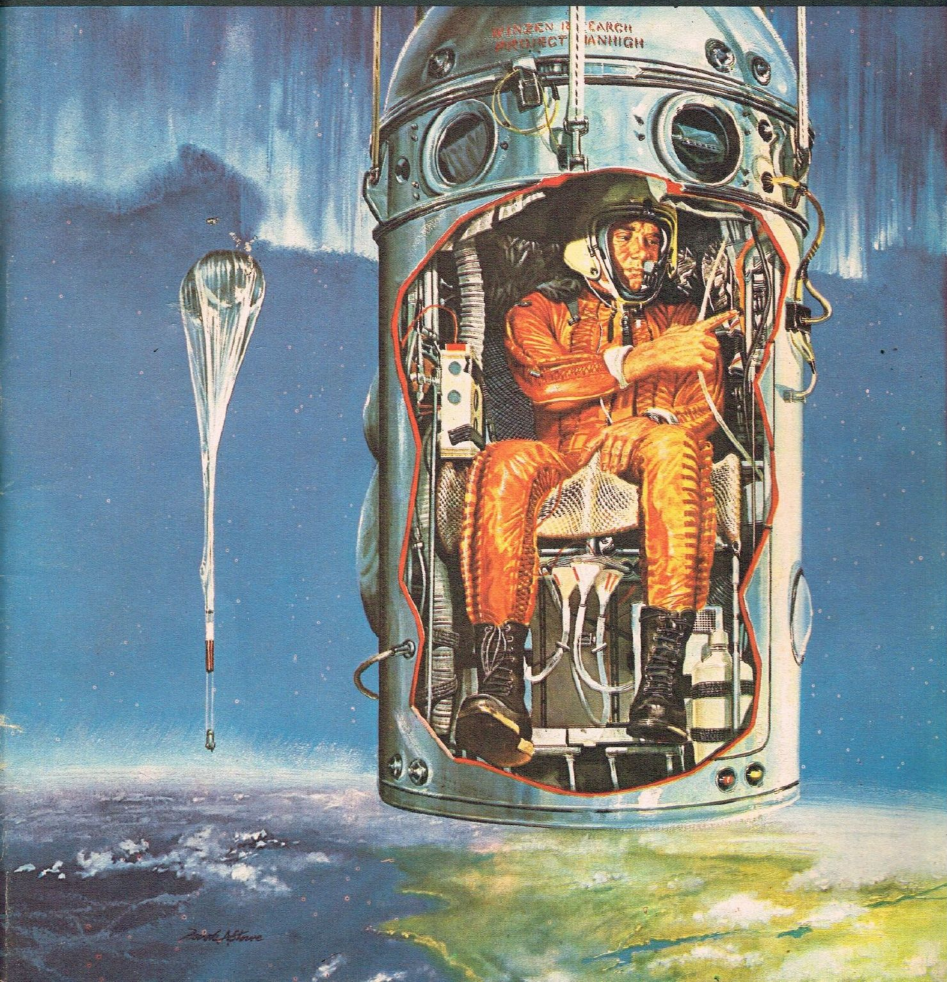
Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 6 de enero de 1964

Nº 13

tecnirama

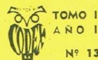
ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por

EDITORIAL CODEX S.A.
BOLIVAR 578 BUENOS AIRES



TOMO I
AÑO I
Nº 13

SUMARIO

Distribuidores, Agentes de Suscripciones y Venta de Números Atrasados, ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana S. A., Carrera 7ª nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924. San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S. A., Santo Domingo 1175, Santiago. **EL SALVADOR:** Distribuidora Salvadoreña S. A., Av. España 344, San Salvador. **ESPAÑA:** Central Española de Publicaciones S. A., Balmes 96, Barcelona. **GUATEMALA:** De la Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Srta. Hortensia Tijerino, Salvador Mendieta 111, Tegucigalpa. **MÉXICO:** Distribuidor Dispublex S. A., Dir. responsable Marcial Frigolet, Bolívar 154, México D. F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdés, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S. A., Jirón de la Unión 284, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Compañía Uruguaya de Ediciones S. A., 25 de Mayo 620, Montevideo. **VENEZUELA:** Venezolana de Publicaciones C. A., Princ. a Sta. Capilla 4, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA:

LA ATMÓSFERA: Corte de una cápsula de globo sonda para exploraciones a gran altura. A la izquierda, el globo, sobre un fondo de aurora boreal.

Correo Apartado Central B — TARIFA REDUCIDA — Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Diamantes en el fondo del mar. — Los grandes yacimientos diamantíferos de la compañía De Beers, en Sudáfrica, están cerca del mar; era previsible que las aguas de las lluvias acarreasen diamantes hacia la parte sumergida de la costa. Además, la estructura del continente es la misma por encima y por debajo del nivel del mar. Una compañía norteamericana ha obtenido ya diamantes por valor de una tonelada de oro fino. Se consigue un diamante comercializable por cada tonelada de sedimento marino, mientras la compañía De Beers sólo logra uno cada veinte toneladas.

Una estrella "nueva" pero algo antigua. — Existen estrellas, llamadas "novae" o "nova", que aparecen súbitamente en el cielo. Se deben probablemente a explosiones similares a las del Sol, pero mucho mayores. Por lo común, la nova vuelve a su aspecto normal o desaparece después de uno o dos años. Si realmente "explota" su brillo puede aumentar mil millones de veces, y se la denomina "super nova"; pero se observan esporádicamente. Acaba de descubrirse una nova cuya luz nos llega ahora, pero como se encuentra a 7.500 años-luz de distancia, deducimos que la explosión tuvo lugar unos 3.000 años antes que se construyera la gran pirámide de Keops.

Entre el pañal y la piel. — Las nuevas telas sintéticas a base de **poliolefinas** rechazan el agua. Los pañales clásicos, en cambio, la absorben, pero se humedecen, lo que irrita la piel del bebé. Si entre la piel y el pañal se interpone una de las nuevas telas, la piel del bebé queda seca y sana: la orina pasa al pañal clásico. El nuevo producto se usa **junto** con los pañales, no en **sustitución** de ellos.

Flúor para los huesos. — Las poblaciones que consumen agua con fluoruros naturales, o añadidos artificialmente, son muy refractarias a las caries dentales. También disminuye en dichas comunidades la "osteoporosis senil" (rarefacción del tejido óseo, que se vuelve frágil), responsable de muchas fracturas en personas de edad avanzada.



NOTICIAS DE MAÑANA

Billetes plásticos. — Se ha patentado un proceso para suplantar la moneda en billetes por pequeños rectángulos plásticos, similares a ciertos naipes o cédulas de identidad. Las máquinas automáticas los cuentan como monedas y ocupan poco lugar. El peligro, que estudia el Tesoro de los Estados Unidos, es el de posibles falsificaciones.

Hormigas Geiger. — A las hormigas les agrada la miel que segregan ciertos pulgones que ellas mismas domestican. Como esta miel es pegajosa, absorbe las "lluvias" radiactivas. De esta manera los científicos franceses han demostrado que **ciertos hormigueros acumulan muy sensiblemente las precipitaciones radiactivas** y mejoran las mediciones con los contadores Geiger.

Tierras aún desconocidas. — Está en marcha una expedición a la meseta inexplorada de Vilcabamba, a más de 4.000 m. de altura y junto a las fuentes del Amazonas. Lleva todo el equipo necesario para aterrizar y despegar en trechos muy cortos.

Bolsas solubles para hospitales. — Es sabido que en los hospitales se desarrollan cepas de microbios resistentes a los antibióticos. Para evitar que se propaguen en el aire se ha fabricado una bolsa de tela de alcohol de polivinilo que se disuelve en agua (el "polivinilo" que conocemos es cloruro, insoluble en agua). Apenas retiradas las sábanas de las camas de enfermos infecciosos se encierran en estos sacos, que se disuelven en las máquinas de lavar; se evita así la contaminación de la atmósfera.

Leucemia: parecen faltar pocos años. — Hace 15 años se descubrió la primera droga antileucémica, la peligrosa aminopterina. Ahora se dispone de un arsenal que incluye hormonas y drogas químicas, y la supervivencia de los niños leucémicos aumenta apreciablemente. Parece estarse en buena vía hacia un tratamiento más efectivo del terrible mal.

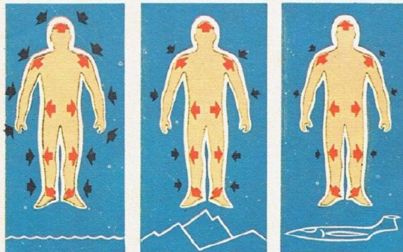
TRAJES A PRESIÓN PARA GRANDES ALTURAS

Se ha estudiado ya que la hidrostática se ocupa de la presión de los fluidos en reposo. Nuestro cuerpo se adapta a una presión de algo más de un kilogramo por cm²., que es la presión del aire al nivel del mar. Esta presión es, a la vez, exterior (por la piel) e interior (por los pulmones), de modo que en realidad no sentimos el enorme peso de 15.000 kg. que soportamos.

Si la densidad de la atmósfera fuera uniforme, alcanzaría a una altitud un poco superior a los 8 Km. Pero, a medida que se asciende, cada capa soporta menos peso de los estratos superiores y la presión disminuye aproximadamente 1 mm. de mercurio cada 10 metros; entonces se vuelve cada vez más tenue y su límite es indefinido.

En el interior de un avión reina una presión muy similar a la del nivel del mar. Cuando en caso de accidente el aviador es lanzado de su asiento por un mecanismo especial, se encontraría (si vuela a 20.000 m. de altura) a una presión diez veces menor que la que estaba habituado a soportar: su cuerpo se hincharía, su sangre liberaría peligrosas burbujas de gases, etc.

Para compensar la diferencia de presión entre el interior del cuerpo y el aire exterior enrarecido, se emplea una vestimenta que consta de dos capas de tela: el espacio intermedio se llena con aire, a una presión que compensa la diferencia entre las grandes altitudes y el nivel del mar.



A nivel del mar nuestro cuerpo soporta una presión periférica de algo más de 1 kg. por cm². Pero el aire penetra también en los pulmones y equilibra esa tremenda fuerza exterior. Por esta razón no advertimos el enorme peso de 15.000 kilogramos que estamos obligados a soportar, normalmente, a ese nivel.

A una altitud de 7.500 m. la presión atmosférica se reduce a sólo un 40 %. Si las cámaras de los aviones no estuvieran "presurizadas" (convenientemente comprimidas) nuestro cuerpo tendería a hincharse y a liberar burbujas en nuestra sangre. El oxígeno respirable disminuye proporcionalmente.

Antes de llegar a una altitud de 20.000 m. la presión atmosférica se reduce a la décima parte. La diferencia de presión entre el interior y el exterior del cuerpo de un aviador que se arroja en paracaídas es tan grande, que sus probabilidades de sobrevivir serían casi nulas, sin una vestimenta especial.



Los pilotos que vuelan a gran altura llevan un traje especial de dos capas, que los protege de las diferencias de presión. El traje se infla para que el cuerpo soporte una presión aproximadamente igual a la del cuerpo humano al nivel del mar. Llevan, además, una provisión de oxígeno para mantener las combustiones vitales en una atmósfera demasiado tenue.

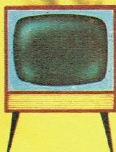
Es de fundamental importancia que el voltaje o presión eléctrica que alimenta un artefacto permanezca constante. Si el voltaje o fuerza electromotriz oscila, también varían la intensidad y energía de la corriente. Si el voltaje se anulara repentinamente, la corriente desaparecería. Cuando el voltaje decae, la imagen del aparato de televisión se deforma y su brillo es más escaso. Cuando la tensión o voltaje aumenta bruscamente, el incremento de la corriente puede ser enorme: entonces, las luces o los receptores de televisión pueden "quemarse".



TENSIÓN DEMASIADO BAJA



TENSIÓN CORRECTA



TENSIÓN DEMASIADO ALTA



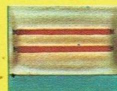
CON VOLTAJE BAJO LA INSTALACIÓN FUNCIONA DEFECTUOSAMENTE

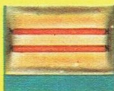


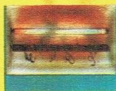
CON VOLTAJE ADECUADO LOS ARTEFACTOS FUNCIONAN CORRECTAMENTE



CON VOLTAJE EXCESIVO UN DISPOSITIVO PUEDE "QUEMARSE"





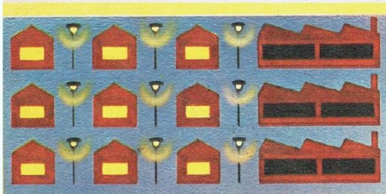


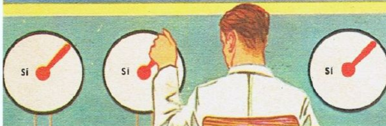
DISTRIBUCIÓN DE ENERGIA ELÉCTRICA E INTERCONEXIÓN DE REDES

La corriente eléctrica es indispensable en el hogar y vital para la industria. El consumo de energía eléctrica aumenta sin cesar: se obtiene electricidad de los combustibles convencionales, de las caídas de agua (hulla blanca), de las reacciones atómicas, etc.

DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Es frecuente que la corriente eléctrica se obtenga en lugares alejados de las áreas de consumo. Su distribución dentro de los voltajes habituales es antieconómica porque provocaría enormes pérdidas de calor, o sea de energía. Es necesario, por lo tanto, elevar el voltaje de la corriente (con disminución proporcional de su intensidad), transportarla mediante cables de alta tensión,



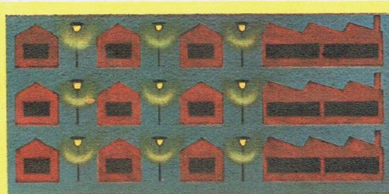




A LAS 20

SE NECESITA UN SUPLEMENTO DE ENERGÍA

Existen horas de mayor consumo (por ejemplo cuando todos sintonizan un programa muy popular de televisión) que requieren energía adicional; a veces es necesario recurrir a las interconexiones con otras centrales eléctricas.





MEDIANOCHE

FUNCIONA UN SOLO GENERADOR

Durante la noche basta un generador para hacer frente a la demanda de electricidad.

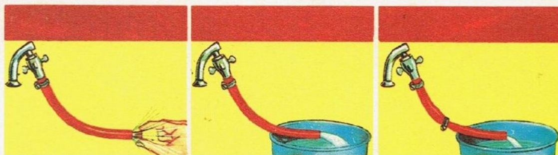
y luego reducir nuevamente su voltaje para el consumo doméstico. Estos objetivos se logran mediante transformadores, que sólo pueden funcionar con corrientes alternas. En los casos excepcionales en que se requiere el uso de corriente continua (transportes eléctricos, galvanoplastia), es necesario transformar previamente la corriente continua en alterna y luego rectificarla a la llegada: el método es poco económico.
Un sistema de distribución, es decir la parte de un circuito eléctrico que va desde el generador hasta el usuario, comprende redes primarias de alta tensión, transformadores para reducir el voltaje, y una red secundaria de distribución.

INTERCONEXIONES

Las plantas generadoras de un país o de varios países suelen conectarse entre sí. La razón es, a la vez, económica y técnica. Es económica porque, en los momentos de mayor consumo, los generadores de una determinada ciudad deben recurrir a combustibles onerosos para aumentar su potencia (por ejemplo, una cerrazón brusca) y resulta más conveniente recurrir a la corriente sobrante de los generadores de otra zona. El motivo es también técnico porque el mantenimiento de un voltaje uniforme es esencial para el buen funcionamiento de los aparatos eléctricos: todos sabemos, por ejemplo, que si intentamos encender una lamparilla, calculada para 110 voltios, mediante una corriente de 220 voltios, ésta casi *saltará*.

CUANDO NO HAY INTERCONEXIONES

Recordemos la ley de Ohm, maestro de escuela bávaro, enunciada en 1827. En su forma más simple establece que la tensión eléctrica o voltaje es igual a la resistencia multiplicada por la intensidad de la corriente. Como la resistencia de un aparato es prácticamente invariable, un aumento de voltaje implica un incremento en la intensidad de la corriente que circula por él. El aparato puede entonces quemarse, y, en el mejor de los casos, saltarán los fusibles de seguridad.
Si, en cambio, disminuye el voltaje decrece también la intensidad de la corriente: las lámparas eléctricas se vuelven amarillentas y los motores funcionan en condiciones muy perjudiciales. Recordemos que la intensidad de una corriente expresa la cantidad de electrones que circula por un punto dado, en el lapso de un segundo, y se mide en *amperios*. La resistencia del circuito se calcula en *ohmios*, de tal manera que un ohmio es la resistencia de un objeto o aparato por el que circula una corriente de un amperio, cuando la diferencia de tensión entre sus extremos es de sólo un voltio.

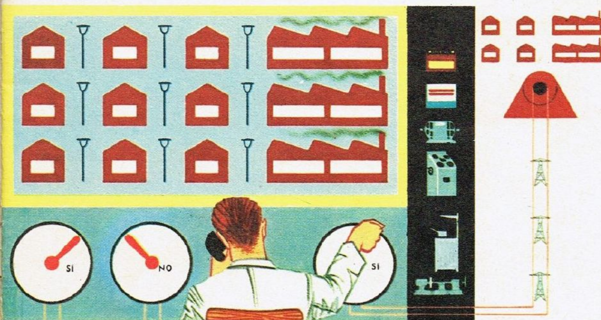


La corriente eléctrica se asemeja al agua que fluye por un caño. Si se aumenta la resistencia de éste (esquemas de ambos extremos) disminuirá el caudal de agua, aunque la presión o "voltaje" permanezca invariable.

Del mismo modo, la intensidad de la corriente eléctrica decrece cuando aumenta la resistencia del circuito por el cual circula. La corriente que circula por los cables de alta tensión, tiene un mayor voltaje y menor intensidad.

RESERVAS DE ENERGÍA

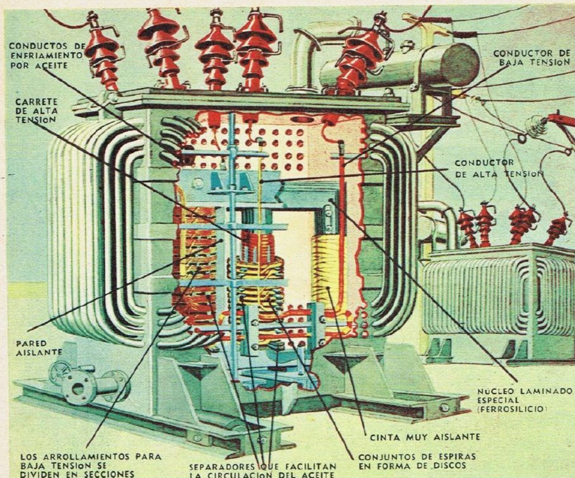
El mayor problema de las centrales eléctricas es hacer frente al repentino aumento de consumo en las llamadas *horas pico*. Claro está que una solución simplista consistiría en disponer de un número apreciable de generadores suplementarios; pero este método es antieconómico y repercutiría, a la larga, sobre el precio de la electricidad que paga el usuario.
En ciertos casos excepcionales existen, en la vecindad de las plantas generadoras, ciertas industrias químicas que consumen mucha corriente eléctrica: entonces suele ofrecérseles una tarifa nocturna reducida con el fin de estimular la demanda en las horas de la noche.
En ciertos países en los que el clima varía varias veces en un mismo día, como en Inglaterra, todas las centrales están interconectadas en una red nacional de distribución. Medidores reversibles indican en qué sentido y cantidad pasó la corriente de una a otra zona. Las ventajas de la interconexión son evidentes porque distribuyen mejor las probabilidades locales de mayor consumo. Debido a esto, están muy difundidas en todo el Mercado Común Europeo.
No se puede acopiar económicamente la corriente eléctrica. Pero se puede almacenar energía potencial. Un ejemplo típico de reserva energética es el de las represas hidroeléctricas. Se llega, inclusive, a bombear eléctricamente agua a gran altura en las horas de menor consumo, con el propósito de utilizar este excedente cuando la demanda es mayor: en tales casos, las inevitables pérdidas resultan ampliamente compensadas con el aumento de efectividad.
En estos momentos se construye en Bélgica, cerca de Luxemburgo, un lago artificial de gran tamaño y de unos 300 m. de altura, que será llenado en parte por bombeo nocturno de las centrales eléctricas de todo el Mercado Común Europeo, y servirá, a su vez, para suministrarles energía en los momentos críticos. Este proyecto, enorme y ambicioso, está ya en vías de realización.
La interconexión de centrales tiene también otras ventajas: por ejemplo, cuando una turbina del generador gira a gran velocidad y cesa súbitamente la demanda, su inercia puede arrastrarla hasta provocar una peligrosa elevación de voltaje. Una adecuada

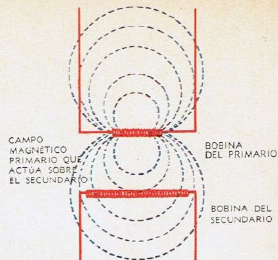


A LAS 6

FUNCIONAN DOS GENERADORES

A la hora en que comienza la actividad fabril, son necesarios dos generadores para proveer la corriente suficiente.



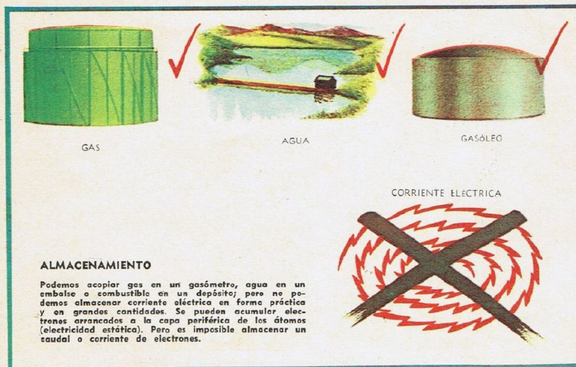


ESQUEMA SIMPLIFICADO DE UN TRANSFORMADOR

En la bobina del primario circula una corriente alterna. Ésta engendra un campo magnético oscilante en el núcleo de hierro dulce. Dicho campo magnético induce a su vez una corriente de la misma frecuencia en el carrete del secundario. Ambos carretes están eléctricamente aislados entre sí; se trata de una influencia o "inducción", no de un contacto eléctrico.

EL TRANSFORMADOR

Los transformadores son aparatos que permiten modificar el voltaje dentro de un circuito eléctrico. Los hay de todas dimensiones, desde las minúsculas cajas utilizadas en los trenes eléctricos de juguete, hasta los transformadores gigantes, que permiten transportar enormes cantidades de energía. Un transformador permite aumentar o disminuir el voltaje según se necesite. Se compone, esencialmente, de un núcleo de hierro dulce rodeado por un carrete de alambre llamado "primario" y que consta de pocas espiras de gruesos cables aislados. Cuando la corriente alterna circula por él, nace en el núcleo de hierro dulce un campo magnético, también oscilante. Este campo magnético llega hasta otro carrete, el "secundario", enrollado alrededor del mismo núcleo, y provoca en él la formación de otra corriente alterna de igual frecuencia. Si el secundario consta de más espiras que el primario, la tensión en sus bornes será más elevada y el transformador se llamará "de alta frecuencia". En el caso inverso, como ocurre con los timbres eléctricos, el transformador atenúa la tensión o voltaje.



ALMACENAMIENTO

Podemos acopiar gas en un gasómetro, agua en un embalse o combustible en un depósito; pero no podemos almacenar corriente eléctrica en forma práctica y en grandes cantidades. Se pueden acumular electrones arrancados a la capa periférica de los átomos (electricidad estática). Pero es imposible almacenar un caudal o corriente de electrones.

interconexión con otras centrales neutraliza este riesgo.
El problema anterior se agrava en las represas hidroeléctricas de montaña, es decir, de bajo caudal y de gran altura de caída, porque la brusca detención del agua que desciende podría provocar el llamado *golpe de ariete* en las tuberías. Debido a esto se prevén conductos y depósitos intermedios de derivación.

LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN

Volvamos a la ley de Ohm. El voltaje equivale a la resistencia multiplicada por la intensidad de la corriente. Si la resistencia no varía, al elevar el voltaje se disminuirá la intensidad de la corriente que se transporta. En el punto de llegada, al bajar nuevamente el voltaje, la intensidad volverá a aumentar (se sobreentiende que en los transformadores se sufre una cierta pérdida de energía en forma de calor).
Ahora bien, como la electricidad es un caudal de electrones que chocan contra los átomos y los agitan, y, por otra parte, la intensidad de la corriente expresa el número de electrones transportados en un segundo, las pérdidas son mucho mayores cuando se transportan grandes cantidades de corriente, aunque el voltaje no sea alto.
La misma energía puede ser transmitida de dos modos: en forma de gran corriente a bajo voltaje o una pequeña corriente a voltaje muy elevado. El primer método, que es el que provoca grandes pérdidas en forma de calor, para vencer la resistencia de los cables, es demasiado oneroso. Se utiliza, por lo tanto, el segundo. El voltaje de alta tensión, habitual en los países industrializados, es de 380.000 voltios, y los progresos de la metalurgia y la ingeniería eléctrica (pares de cables) hacen prever que se lo elevará muy pronto a más de 700.000 voltios. De más está decir que un transformador reduce esta corriente a una tensión de 110 ó 220 voltios, antes de distribuirla por la red domiciliaria.

LA ATMÓSFERA

Cuando un astro retiene, merced a su fuerza de gravedad, una envoltura de gases, se dice que posee una atmósfera. La atracción de la Luna es demasiado débil como para retener moléculas de gases y por lo tanto carece de atmósfera. En los planetas mayores, más fríos y más alejados del Sol, como Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno, predomina el metano, el más liviano de los gases de la familia del petróleo; entre los planetas menores, más cálidos y más cercanos al Sol, como Venus, la Tierra y Marte, se observa una mayor abundancia de anhídrido carbónico. Aunque nuestra atmósfera constituye el más inexplorado de los océanos, en millones y millones de kilómetros a su alrededor los astrónomos no pudieron descubrir un solo astro cuya envoltura gaseosa tuviera una composición siquiera aproximada.

Sin la atmósfera no habría vida animal por falta de oxígeno, ni vegetal por falta de anhídrido carbónico; además la atmósfera constituye un techo protector contra las radiaciones letales del Sol, que vuelven imposible la vida más allá de cierta altura. Por último es la atmósfera la que regula la temperatura, igualando aproximadamente la del día con la de la noche: en la Luna, carente de atmósfera, durante la exposición al Sol la temperatura se acerca a los 200°C, y al llegar la noche lunar desciende a casi 200°C bajo cero. Si calculamos la población mundial en 3.000 millones de habitantes, cada uno de ellos dispone de 2 toneladas de atmósfera. A pesar de ello el enorme peso total de la atmósfera es sólo un millonésimo del peso total de la masa de la Tierra en conjunto.

COMPOSICIÓN DE LA ATMÓSFERA

En el aire que respiramos hay elementos fijos y elementos variables. Si consideramos la composición del aire seco observaremos que el nitrógeno, el oxígeno y el argón forman el 99,97 % de su volumen.

COMPOSICIÓN DE LA ATMÓSFERA EN VOLÚMENES

COMPONENTES	MILLONÉSIMAS
Nitrógeno	780.840
Oxígeno	209.460
Argón	9.340
Vapor de agua ...	1 (muy variable)
Anhídrido carbónico	300 (relativamente variable)
Neón	18,18
Helio	5,24
Metano	1,5 (relativamente variable)
Criptón	1,14
Hidrógeno	0,6 (probablemente variable)
Ozono (variedad de oxígeno)	0,4 (promedio vertical sumamente variable)
óxido nitroso	0,35 (variable)
Monóxido de carbono	0,1 (variable)
Xenón	0,087
Radón	0,00000000000006

LA ATMÓSFERA PRIMITIVA

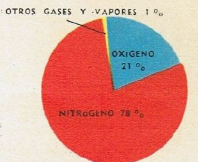
Para comprender bien cómo se formó la atmósfera de la Tierra debemos tener presente tres hechos fundamentales.

Primero: un camión de muchas toneladas tiene, a una velocidad determinada, mucho más energía cinética que una bicicleta liviana a la misma velocidad.

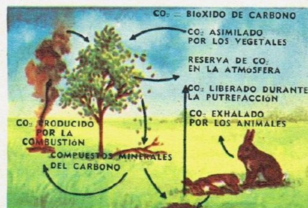
Segundo: la temperatura es la expresión de la energía cinética de las moléculas. En una mezcla de gases, las moléculas chocan e intercambian su energía cinética de manera que las más pesadas son, a la misma temperatura, mucho más lentas que las más livianas.

Tercero: existe una velocidad límite que permite escapar a la atracción de la gravedad, y que es la que se calcula en astronáutica. En el universo el hidrógeno es el elemento más abundante. En la Tierra el hidrógeno libre es prácticamente inexistente. La razón es que la Tierra, que hace millones de años fue muy caliente, no pudo retener las veloces moléculas de hidrógeno como puede hacerlo el Sol cuya atracción gravitatoria es muchísimo mayor. Aún ahora la Tierra pierde, en las capas exteriores de la atmósfera, hidrógeno y helio.

Si tenemos en cuenta que en sus fases primitivas la Tierra era muy caliente, deducimos que debió perder fácilmente su vapor de agua, su anhídrido carbónico, su nitrógeno y su metano, todos ellos gases relativamente livianos, cuyas moléculas se movían a velocidades superiores a la necesaria para escapar de la gravitación de la Tierra. En otras palabras, la Tierra perdía ciertos gases, así como la Luna, demasiado pequeña, quedó privada de atmósfera. En cambio Júpiter, planeta enorme, retuvo el metano y otros gases livianos. La deducción de los geólogos es que después que la Tierra se enfrió suficientemente, los volcanes siguieron emitiendo vapor de agua, anhídrido carbónico, nitrógeno, azufre y cloro. El hidrógeno y el oxígeno de los óxidos minerales se combinaban gradualmente para dar agua. Aparecieron luego en el agua bacterias capaces de transformar el metano (CH_4) y producir suficiente anhídrido carbónico. El nitrógeno provenía del amoníaco, exhalado por la Tierra y descompuesto por el oxígeno para formar nitrógeno y también agua. Por último, sobre la superficie de los océanos aparecieron las primeras algas, es decir los primeros organismos capaces de realizar la fotosíntesis o sea de asimilar anhídrido carbónico y emitir oxígeno. La atmósfera de la Tierra, ya fría, fue incorporando oxígeno libre.



Composicion de la atmosfera en volúmenes.

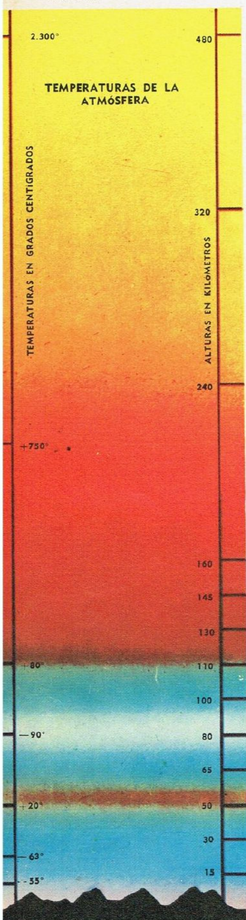


Ejemplo del ciclo del anhídrido carbónico en la atmósfera.



Ejemplo del ciclo que cumple el nitrógeno en la atmósfera.

Cuando hubo suficiente oxígeno respirable probablemente aparecerían los animales, que toman el oxígeno y liberan el bióxido de carbono, completando así el ciclo vital de la atmósfera del vegetal al animal, y viceversa.



EL EQUILIBRIO ATMOSFÉRICO

Las variaciones de la atmósfera se miden en millones de años. Pero su composición no debe ser considerada fija porque depende de un delicado equilibrio natural y aun industrial. Las plantas le restituyen oxígeno, mientras los animales y las combustiones lo consumen para entregar el bióxido de carbono que las plantas utilizan. Como el bióxido de carbono retiene las radiaciones calóricas, se estima que la temperatura general de la Tierra se ha elevado en una fracción de grado desde el comienzo de la era industrial, debido a los millones de toneladas de carbón y petróleo que fueron consumidos.

El equilibrio de la atmósfera depende también de la circulación del aire. Si se recuerda que el calor dilata y vuelve más livianos los gases, se comprenderá que el aire caliente suba: existe así una llamada *chimenea ecuatorial*, es decir, una corriente ascendente en toda la zona tropical que llega hasta la denominada estratosfera, zona fría donde el aire se dispone en capas o *estratos*.

Por otra parte, como la Tierra gira en dirección de Oeste a Este, existen en las altas capas de la atmósfera corrientes dirigidas hacia el Oeste, y en la zona polar, unas turbulencias especiales en forma de remolino.

PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Ya hablamos del peso total de la atmósfera, que alcanza a 6.000 billones de toneladas. No lo sentimos porque su presión, que al nivel del mar equivale a un poco más de un kilo por centímetro cuadrado, se ejerce tanto de afuera hacia adentro sobre la piel como de adentro hacia afuera por los pulmones y la sangre. Ahora bien, según una ley fundamental de los gases, la densidad de éstos depende de la presión a la que están sometidos. En otras palabras, cuanto mayor es la altitud menor es el número de capas de aire cuyo peso se soporta, y mayor es el enrarecimiento de la atmósfera. Si al nivel del mar la presión se estima en 1.000 milibares, a 2,5 kilómetros llega solamente a 750 milibares y a 10 kilómetros de altura será de sólo 250 milibares, o sea la cuarta parte de la presión atmosférica normal. Las consecuencias de este fenómeno son importantes. En efecto, si la presión atmosférica es la mitad de la presión normal, también se reducirán en la misma proporción las presiones parciales de sus ingredientes, el nitrógeno y el oxígeno. A unos 5.000 metros de altura los pulmones no pueden ya captar oxígeno suficiente para alimentar las combustiones del cuerpo. Por eso los andinistas llevan una provisión de oxígeno puro, y los aviones que navegan a elevadas altitudes mantienen en sus cabinas una presión semejante a la del nivel del mar.

Por otra parte, la ebullición de un líquido no es más que el punto en que sus vapores llegan a equilibrar y vencer el peso de la atmósfera que soportan. En una montaña elevada el agua está sometida a una presión menor y por lo tanto hierve a una temperatura más baja. Si los aviadores que vuelan en la estratosfera fueran proyectados al espacio sin ninguna protección, su sangre, cuya temperatura es de 37°C, herviría literalmente en los vasos. Un fenómeno comparable se observa cuando se sacan peces de las grandes profundidades marinas, donde soportan presiones enormes: prácticamente *revientan* al ser extraídos del agua.

LA TROPOSFERA

La troposfera es la capa de la atmósfera en contacto con la Tierra. Sus características principales son las corrientes verticales debidas al calor, la variación vertical de temperatura (algo más de medio grado por cada 100 m. de altitud), el ser el lugar donde se producen los fenómenos climáticos (lluvias, etc.) y el constituir además la capa densa donde se concentra el 90 % del peso de la atmósfera, que modera así las variaciones de temperatura debidas a la alteración del día y de la noche.

La altura de la troposfera es de más o menos once kilómetros. Al llegar a este nivel las corrientes ascendentes tibias se han enfriado ya y nos encontramos en la frontera de la troposfera, que se denomina *tropopausa*.

La tropopausa es pues el límite entre la troposfera, sede de corrientes verticales, y la estratosfera donde en principio la atmósfera se dispone en estratos. Se comprende que la altitud de la tropopausa, que no es más que el confín de la troposfera, sea mayor en el ecuador, donde hay poderosas corrientes ascendentes y se encuentra a cerca de 16 Km. de altura, mientras que en los polos, fríos, se halla sólo a 8 Km. de altura.

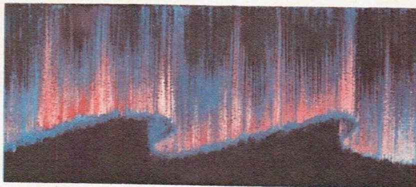
La troposfera no es bien conocida, especialmente en el hemisferio sur. Inclusive parece ser más fría en las regiones ecuatoriales que en el polo norte. Debido a la rotación de la Tierra los vientos de sus capas superiores soplan siempre en dirección Oeste pero tienden a concentrarse en angostas franjas de gran violencia denominadas *jet stream*. Estos vientos horizontales pueden alcanzar un promedio de 160 Km. por hora.



Los alpinistas y andinistas llevan consigo una provisión de oxígeno porque debido a la rarefacción del aire sus pulmones no logran obtener la cantidad necesaria de dicho gas.

LA ESTRATOSFERA

Sobre la tropopausa, y pasada ya la región de los vientos helados, el aire está siempre en perfecta calma y prácticamente no existe el *clima*. La estratosfera, que se extiende hasta los 80 Km. de altitud, se divide a veces en dos sectores; uno, la estratosfera propiamente dicha, hasta los 30 Km. de altura; y el otro, superior, la mesosfera. La razón es que a partir de los 25 ó 30 Km. de altitud la temperatura del aire comienza a aumentar porque los rayos ultravioletas del Sol, sumamente violentos a este nivel, transforman



La ionización de las capas superiores de la atmósfera es la causa que produce las auroras boreales y australes.

el oxígeno del aire en una variedad denominada *ozono,* que simultáneamente los absorbe y se calienta.

La concentración máxima de ozono ocurre a unos 40 Km. de altura y forma para nosotros una majestuosa capa protectora denominada a veces *ozonosfera.* Los restos de las explosiones nucleares muestran que en la estratosfera hay escasa mezcla vertical a pesar de las diferencias de temperatura. Las investigaciones recientes demostraron también hechos curiosos e inexplicados, por ejemplo la presencia de bacterias a 20 Km. de altura y a una temperatura de 55°C bajo cero. En estas alturas el aire está ya tan enrarecido que el cielo es siempre negro y las estrellas brillan siempre, más aún si se tiene en cuenta la escasez de vapor de agua.

En la mesosfera, y principalmente en su parte superior, los peligrosos rayos cósmicos primarios se transforman en rayos cósmicos secundarios.

LA IONOSFERA

Por encima de la estratosfera se encuentra la ionosfera, enrarecida capa exterior compuesta principalmente de iones. Un *ion* es un átomo que ha ganado o perdido uno o más electrones (en este caso debido a las radiaciones o a las partículas emitidas por el Sol o las estrellas) y que por lo tanto posee una carga eléctrica.

Puesto que la ionosfera depende de la actividad solar, no extrañará que presente variaciones diarias y estacionales. Aunque los datos son dudosos más allá de los 100 Km. de altura, se estima que la ionización del oxígeno no pasa de los 120 Km. de altura y que la ionización del nitrógeno tiene lugar hasta los 200 kilómetros. En la ionosfera toda vida es imposible. La temperatura, es decir, la energía cinética de las escasas moléculas existentes consideradas aisladamente, es muy elevada. Pero la atmósfera es tan tenue que en otro sentido reina un inmenso frío. El observador que se encontrara en la ionosfera y mirara hacia el Sol, casi perecería por su luz, calor y radiación, mientras que por la cara opuesta el frío y la oscuridad lo matarían (irradiaría el calor de su cuerpo).

De todos modos, la vida tal como la conocemos es imposible en la ionosfera debido a las letales radiaciones cósmicas y solares; y más allá de los 90 Km. de altura, excepto para el nitrógeno, las moléculas son rápidamente descompuestas por las ondas electromagnéticas.

Hemos estudiado que los campos magnéticos actúan sobre las partículas cargadas de electricidad; sabemos también que la Tierra es un enorme imán. No extrañará por lo tanto que estas partículas ionizadas (electrizadas) se orienten según el campo magnético de la Tierra y experimenten perturbaciones cuando ocurren tormentas solares (por ejemplo, se observan auroras boreales y australes, principalmente cerca de los polos magnéticos terrestres).

El interés práctico de la ionosfera consiste ante todo en su influencia en las transmisiones radioeléctricas. En efecto, la capa que se halla entre los 90 y los 200 Km. forma dos niveles que en conjunto se denominan capa de Heaviside o capa E, que refleja las señales radioeléctricas de longitud de onda larga y mediana: si estas ondas no *rebotaran* en las capas de Heaviside proseguirían en línea recta, y no podrían realizarse transmisiones que superaran el problema de la curvatura de la Tierra mediante una trayectoria en zigzag entre la capa reflectora y la superficie.

Encima de la capa de Heaviside está la capa de Appleton (ver ilustración) que refleja hacia la Tierra las radioemisiones de onda corta que de otro modo proseguirían su camino en el espacio. La capa de Appleton se asocia a la ionización del nitrógeno.

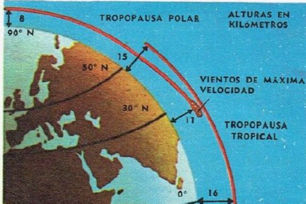
No existe ninguna capa que desvíe las señales de onda muy corta (por ejemplo las que se utilizan para la televisión), de manera que éstas siguen su camino en línea recta y se pierden en el espacio. De allí que los transmisores y antenas de televisión se ubiquen en los lugares más elevados posibles porque su radio de acción es el del horizonte visible.

EL LÍMITE SUPERIOR DE LA ATMÓSFERA

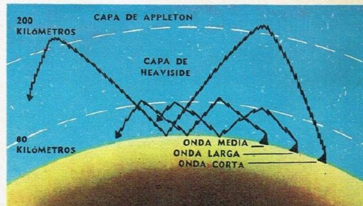
No se puede señalar una frontera definida a la atmósfera porque ésta dependerá, para cada sustancia, del peso de sus moléculas y de la temperatura a la que se encuentra. Por otra parte, la temperatura de un gas expresa la *velocidad media* de las moléculas; pero algunas son más veloces que otras y tienden naturalmente a escapar. Según las últimas investigaciones el confín teórico superior de la atmósfera, que se consideraba situado a cerca de 500 Km., con partículas a una velocidad equivalente a los 2.300°C, se prolonga ahora hasta los 1.000 Km. de altura, que parece ser el límite superior de las auroras boreales y australes.

EL CLIMA TERRESTRE COMIENZA EN EL SOL

La causa fundamental de nuestro clima, hijo de la unión entre la Tierra y el Sol, es la energía solar. El Sol, cuyo volumen es más de un millón de veces el de la Tierra, se halla sólo a 8 minutos-luz de nosotros, mientras la estrella más cercana (Alfa del Centauro) está a 4 1/3 años-luz. Si se piensa que la luz emitida por el Sol o las estrellas se reparte sobre una superficie esférica, es decir, que la intensidad recibida es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, se comprende fácilmente que nuestro balance térmico dependa casi exclusivamente del Sol. Dado que la temperatura de la Tierra se mantiene casi constante, es necesario que las radiaciones que ella intercepta (sólo una parte entre mil millones emite el Sol), sumadas a las que producen sus rocas radiactivas, sean iguales a la energía que disipa. El aire, como el vidrio y el caucho, es un mal conductor del calor, o sea, un buen aislante de



Las tropopausas polar y tropical en el hemisferio norte. La primera se eleva suavemente hacia el sur, mientras que la segunda desciende lentamente hacia el norte.



La capa de Heaviside refleja las ondas radiales largas y medianas. La capa de Appleton hace lo mismo con las señales radiales de onda corta.

CÓMO SE APRECIA LA VELOCIDAD DEL VIENTO SIN APARATOS ESPECIALES

Existe una escala internacional, llamada de "Beaufort", que va de los números 0 a 12 y se emplea para medir la fuerza del viento, o sea, del aire en movimiento. Al lado de la velocidad indicamos, entre paréntesis, el grado en la escala de Beaufort.
A una velocidad menor de un kilómetro por hora (grado 0) el humo es vertical, los objetos están en calma, el agua parece un espejo. De allí a 5 kilómetros por hora (grado 1) hay una ligera desviación del humo, las hojas se mueven apenas y el agua se riza ligeramente. Antes de los 11 kilómetros (grado 2) se siente el viento en el rostro, las hojas se mueven sensiblemente, las veletas corrientes se orientan, y el agua forma pequeñas olas sin cresta. Hasta los 19 kilómetros por hora (grado 3) se agitan las hojas, el papel liviano y el polvo pueden levantarse del suelo, y las olas presentan escasa espuma. Hasta los 28 kilómetros (grado 4) el viento levanta o arrastra los papeles y el polvo, oscilan las ramas menores y las olas son francamente espumosas. Hasta 40 kilómetros por hora (grado 5) oscilan los árboles pequeños y las grandes ramas, se ven nubes de polvo y las olas salpican. Antes de llegar a los 50 kilómetros por hora (grado 6) el viento silba, las grandes ramas se agitan notoriamente, las olas son considerables y espumosas, y es difícil abrir o usar un paraguas. Antes de los 60 kilómetros por hora (grado 7) el viento obstaculiza la marcha del peatón, todos los árboles oscilan y el viento orienta la cresta de las olas en su dirección. De allí a los 70 kilómetros por hora (grado 8) se quiebran las ramas menores, la marcha a pie es sumamente lenta y la espuma de las olas presenta listas en la dirección del viento. Antes de los 85 kilómetros por hora (grado 9) el viento daña chimeneas y tejados y las salpicaduras del agua afectan la visibilidad. Al acercarse a los 100 kilómetros horarios (grado 10) el viento arranca árboles solitarios, los daños en los edificios son graves, las olas son grandes y blancuzcas. Antes de los 115 kilómetros por hora (grado 11) se producen perjuicios graves en las construcciones y se observan olas enormes totalmente espumosas. Por último, pasando los 115 kilómetros por hora de velocidad (grado 12), el huracán produce destrucciones catastróficas y en el mar el aire, lleno de agua y espuma, obstaculiza totalmente la visibilidad.

las temperaturas. Pero el aire es un gas, cuyas moléculas se mueven libremente y pueden transportar el calor mediante corrientes *de convección*.

Algunas personas imaginan que la diferencia entre el invierno y el verano depende de la distancia de la Tierra al Sol, dado que la trayectoria de ésta no es circular sino alargada en forma de elipse. Si esta suposición fuera cierta, el invierno y el verano llegarían *simultáneamente* para todos los países y no se alternarían entre el hemisferio norte y el sur. En realidad, la diferencia entre las estaciones se debe a la inclinación del Sol sobre el horizonte, o sea, al espesor de atmósfera que sus rayos deben atravesar: todos sabemos que a mediodía los rayos verticales del Sol calientan mucho más que cuando el astro se encuentra en el horizonte, porque en este último caso su luz atraviesa una capa atmosférica mucho más espesa.

EL COLOR DEL CIELO

Astronómicamente, el cielo es el firmamento. Meteorológicamente, el cielo es la apariencia de la atmósfera para nuestros ojos. Los astrónomos han aprendido ya a evadirse de la pantalla de la atmósfera para registrar los rayos ultravioletas y los rayos cósmicos, pues estos últimos llegan a nivel del mar transformados después de una reacción en cadena; nace también una astronomía liberada de las limitaciones de nuestra retina, que sólo capta las ondas de las frecuencias llamadas *visibles*, comprendidas entre 8/10.000 y 3/100.000 de segundo. En otras palabras, los mensajes del espacio eran como un *iceberg* del que sólo veíamos la parte flotante; estamos aprendiendo ahora a conocer las 9/10 partes que quedaban ocultas.

En los días secos el cielo es azul. Vimos ya, principalmente en la pág. 199, que la luz solar es una mezcla de muchas longitudes de onda, desde la más corta (extremo violeta) hasta la más larga (extremo rojo), y que las primeras se refractan o desvían más que las segundas. En otros términos, nuestra retina recibe mucho más directamente del Sol la serie que comienza en el rojo y llega hasta el verde, que el azul, añil y violeta, que se dispersan en la atmósfera, y sus partículas en suspensión. Cuando miramos el Sol éste parece ligeramente amarillento, mientras que los componentes azulados de su luz nos llegan de todos los ángulos y nos dan la impresión de un cielo azul. Si estuviéramos en el fondo de un pozo oscuro, o ante el ocular de un largo telescopio, sólo recibiríamos la luz directa y no esos rayos laterales, y no veríamos el cielo de color azul. De esta manera podríamos percibir las estrellas de día.

En la aurora y en el crepúsculo el Sol es más rojizo y la Luna anaranjada; ello se debe a que sus rayos deben atravesar un mayor espesor de la atmósfera y la dispersión de la luz azul, añil, violeta, etc., es más acentuada.

Cuando hay nubes o partículas en suspensión el Sol aparece completamente rojo (la Luna, de intensidad luminosa mucho menor, no se ve en estos casos).

En otras palabras, el color azul de la atmósfera, o, como decimos comúnmente, el *cielo*, depende de la presencia de luz solar y de la dispersión selectiva de ésta por las partículas atmosféricas. Debido a esto, a 20.000 metros de altura el cielo es completamente oscuro. También por el mismo motivo, cuando el Sol ya se ha puesto en el horizonte y su rayos iluminan solamente la alta atmósfera, las nubes que encuentran a su paso se nos presentan de color rojo, la longitud de onda de mayor alcance dentro de la gama visible.

Las fuentes principales del movimiento de la atmósfera son las corrientes ascendentes, producidas por el calor, y las llamadas cinturas de circulación primaria, que resultan de la rotación de la Tierra; el sentido de giro del aire, contrario al de ésta, es diferente en los polos norte y sur; lo mismo se observa en los remolinos que se forman al desagotar una bañera, según se esté en el hemisferio norte o en el sur. Se denomina *frente* al límite entre dos masas de aire de temperatura y densidad diferentes. Dicho límite puede ser muy angosto y determinar, por su traslación, un cambio súbito en las condiciones climáticas.

APARATOS METEOROLÓGICOS

El *barógrafo* es un barómetro metálico que inscribe continuamente las variaciones de presión. El *termógrafo* es un termómetro equipado con una aguja multiplicadora para el mismo fin. El *higrómetro inscriptor*, que indica la humedad, se construye mediante cabellos que se estiran o encogen según aumente o disminuya la humedad relativa ambiente, y transmiten esas variaciones a una aguja inscriptora. El *pluviómetro* es un embudo ancho que termina en un tubo angosto y graduado que, siendo de menor calibre, multiplica la altura de agua caída. El *clinómetro* es un reflector oblicuo para uso nocturno, que determina la altitud de las nubes; en efecto, cuanto más altas se encuentran éstas, tanto más distante aparecerá la imagen del foco, que se recibe dentro de un tubo vertical para poder realizar los cálculos con la máxima precisión. Actualmente el radar mide el espesor de las nubes, según un cálculo complicado basado en las reflexiones, y los *ceilómetros* pueden medir durante el día, mediante ondas especiales, la altura de las nubes y suministrar un registro continuo. De la misma manera, los *nefoscopios* nos indican sus movimientos. La *radiosonda* no es un aparato determinado sino un transmisor que sube hacia la alta atmósfera por medio de un globo y envía a la tierra comunicaciones referentes a la presión, humedad, etc.; muchos de ellos están equipados con paracaídas y se recuperan al estallar el globo.

INVESTIGACIONES RECIENTES

Actualmente se sabe cómo las gotas de agua reflejan las pulsaciones de radar y se obtienen así ecos de lluvias, nubes, etc. • La astronomía ha dejado de limitarse a las ondas que deja pasar la atmósfera o al estrecho espectro que percibe nuestra retina; por una parte se ha creado la radioastronomía y por otra los satélites y los radiosondeos nos brindan análisis espectrográficos sumamente completos de todas las radiaciones solares y estelares • El descubrimiento de Van Allen de los cinturones de radiación que rodean la Tierra y se extienden hasta muy lejos, nos ha enseñado mucho sobre las tormentas magnéticas y engendrará probablemente una *meteorología especial para cosmonautas*.

CLASIFICACIÓN DE LOS ANIMALES

En un simple jardín se pueden encontrar gusanos, moluscos, insectos, arácnidos, pequeños mamíferos y pájaros.

La mayoría de los animales se distingue de los vegetales por su mayor movilidad, por la forma y estructura más constante de su cuerpo, porque sus órganos son más interiores que exteriores, y por la delicadeza de sus células, no protegidas por rígidas paredes de celulosa.

Los animales viven de materiales orgánicos complejos, derivados directa o indirectamente de las plantas; mediante alteraciones diversas, éstas les suministran la energía necesaria para sus funciones y los materiales requeridos para su crecimiento. Necesitan, además, cierta cantidad de agua y el oxígeno del aire.

NOMBRES DE LOS ANIMALES

Se ha clasificado ya más de un millón de especies animales y, anualmente, se añaden miles y miles a esta larga lista. Se estima que quedan varios millones de especies de artrópodos y un número no determinado de peces de las grandes profundidades sin clasificar. Si no se siguieran normas estrictas en la clasificación, se caería en el mayor caos.

Cada animal recibe dos nombres: el de su *especie* y, antepuesto a él, el del *género*, que agrupa las especies semejantes. El nombre específico del caballo es *caballus;* su nombre genérico es *equus*. Su denominación completa es *equus caballus*. Su parientes próximos, el asno y la cebra, son respectivamente *equus asinus* y *equus zebra*. El latín hace las veces de idioma universal para la zoología, que es una ciencia también universal.

EL HOMBRE EN LA ESCALA ANIMAL

El hombre pertenece a la clase de los mamíferos. Dentro de éstos, a la subclase de los placentarios, o animales con placenta (órgano que durante la gestación vincula al feto con la madre). Junto con los monos forma el orden de los primates, que habitualmente pueden oponer el pulgar a los demás dedos, poseen un cerebro relativamente desarrollado y una buena visión gracias a sus dos ojos ubicados en el frente de la cabeza. Dentro del orden de los primates, el hombre, y los monos que más se le parecen (gibones, orangutanes, chimpancés, gorilas), integran el suborden de los antropoides.

La familia de los *homínidos* tiene un solo representante vivo: el *homo sapiens*. Pero se conoce un número considerable de variedades fósiles (homínidos) como el hombre de *Neanderthal* o el de *Cro-Magnón*. La ficha del hombre sería, por lo tanto:

Reino:	**Animal**	**Suborden:**	**Antropoides**
Clase:	**Mamífero**	**Familia:**	**Homínidos**
Subclase:	**Placentario**	**Género:**	**Homo**
Orden:	**Primates**	**Especie:**	**Sapiens**

Los mamíferos pertenecen al subtipo de los vertebrados, que agrupa a todos los animales con columna vertebral. Los vertebrados pertenecen a los cordados, animales que en alguna etapa de su vida adulta o embrionaria, poseen una varilla dorsal flexible (notocordio), un sistema nervioso hueco también dorsal y hendiduras branquiales (en el embrión humano estas últimas son visibles en las primeras fases de su desarrollo).

CONQUISTA DE LA TIERRA

La vida se originó en el agua. Los animales no pudieron ocupar la tierra firme antes que los vegetales, porque hubieran carecido de alimentos.

Haciendo abstracción de los seres microscópicos, que no dejaron huellas para la paleontología, los primeros animales terrestres fueron, sin duda, los insectos.

Los vertebrados terrestres nacieron de ciertas especies de peces pulmonados, capaces de resistir largas sequías, y que dieron origen a los anfibios (los renacuajos, por ejemplo, viven en el agua y respiran mediante branquias antes de convertirse en ranas). De los anfibios nacieron, en la era de los grandes bosques de helechos, los reptiles, que engendraron mucho después y casi simultáneamente a las aves y a los mamíferos.

CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES GRUPOS DE ANIMALES

PROTOZOARIOS

Diminutos, unicelulares, generalmente acuáticos. Habitan también suelos húmedos o son parásitos. Pueden poseer un flagelo o látigo ondulante único para su propulsión, o bien juegos de pelos rígidos o cilias. Algunos son masas desnudas de protoplasma o "gelatina viviente", mientras otros elaboran caparazones o esqueletos de calcio o sílice.

PORÍFEROS

Se los llama también "espongiarios". No forman verdaderas colonias porque existe una cierta división de tareas. Pero se los puede tamizar y los elementos separados vuelven a agruparse. Se fijan como plantas en los fondos marinos. Hay espongiarios con esqueleto silíceo o calcáreo. (Solemos usar esqueletos fibrosos de espongiarios, para bañarnos.)

CELENTERADOS

Comprenden a los corales, a las anémonas, que son como flores de carne, a las medusas, a las hidras, etc. Se parecen a un saco de dos paredes aglutinadas por una especie de gelatina; poseen una abertura única, a la vez ano y boca. El sistema nervioso, muy simple, no está centralizado. Sus fibras musculares forman dos capas, muy sencillas.

PLATELMINTOS

Son gusanos chatos. En vez de dos capas de células tienen tres. Su tubo digestivo posee una sola abertura. Su sistema nervioso muestra un comienzo de centralización; en efecto, además de la red nerviosa, una masa situada en la cabeza emite cordones nerviosos que coordinan y organizan el resto del cuerpo. Existen células especiales para la excreción.

Placentarios. - Mamíferos con placenta, es decir, con un órgano especial intermediario entre la madre y el embrión, al que alimenta. Los alimentos, el oxígeno y las hormonas atraviesan la placenta y el hijo nace en una etapa avanzada de su desarrollo. Ej.: roedores, gatos, perros, monos y hombre.

Cetáceos. - Mamíferos placentarios acuáticos. Sus miembros inferiores se parecen a la aleta caudal de los peces, pero son horizontales, no verticales. Ej.: ballena, delfín.

Lepóridos. - Roedores con un solo par de incisivos en el maxilar inferior y dos pares en el superior. Ej.: liebre.

Quirópter
murciélagos
centarios
que abarca
riores y sus

Roedores. - Placentarios: castor, ardilla cortan los alimento con los incisivos.

Desd
míf
con
incom
hormi

Carnívoros. - Incluye a la mayoría de los mamíferos de presa. Sus caninos desarrollados se clavan en sus víctimas. Ej.: tigre, gato, oso.

Artiodáctilos. - Mamíferos con pezuñas compuestas por dedos en número par. Ej.: camello, buey, cabra, oveja, jirafa, búfalo.

Perisodáctilos. - Mamíferos con pezuñas compuestas por un número impar de dedos. Ej.: rinoceronte, caballo.

Tubulidentados. - Sus únicos dientes son los de leche; existe una sola especie, el "aardvark" o cerdo hormiguero africano.

Proboscídeos. - Mamíferos de trompa prensil, a veces con largos incisivos y grandes molares para triturar las hierbas. Ej.: elefante, tapir.

Irácidos. - Mamíferos parecidos a los conejos, con uñas en forma de pezuñas e incisivos que crecen ininterrumpidamente. Una sola familia: damán del Cabo.

Sirenios
acuática
extinguid
gong.
en aleta

Protocordados. - Son cordados que carecen de verdadero cerebro, de cráneo y de columna vertebral, así como de corazón o de los riñones típicos de los vertebrados. Ej.: pez lanceta.

MIRIÁPODOS
ARÁCNIDOS
INSECTOS O HEXÁPODOS
CRUSTÁCEOS
ARTRÓPODOS
CEFALÓPODOS
BIVALVOS O LAMELIBRANQUIOS
GASTERÓPODOS
ANFINEUROS
MOLUSCOS
BRAQUIÓPODOS
BRIOZOARIOS
ANÉLIDOS
PLATELMINTOS
CELENTERADOS
EQUINODERMOS
CORDADOS
PROTOCORDADOS
ESPONGIARIOS
PROTOZOARIOS
CARNIVOROS
CETACEOS
LEPORIDOS
ROE
ARTIODÁCTILOS
PERISODÁCTILOS
TUBULIDENTADOS
PROBOSCIDEOS
IRÁCIDOS
SIRENIOS

D. Ovenden

ANÉLIDOS

Son gusanos divididos en anillos. Se componen también de tres capas: ectodermo por fuera, endodermo por dentro y mesodermo entre ambos. Sus músculos comprenden una capa central circular cubierta por otra exterior longitudinal. Su sistema nervioso está gobernado por dos ganglios cerebrales. Poseen órganos de excreción rudimentarios denominados "nefridios". Cada anillo tiene dos ganglios nerviosos.

MOLUSCOS

Blandos y sin divisiones exteriores, como los caracoles, babosas o pulpos, suelen protegerse con un caparazón. Se trasladan mediante un musculoso "pie", y si son acuáticos respiran por medio de branquias. Constan de una cavidad interior digestiva, en la que se vacían los riñones, y concluye en el ano. Su sistema nervioso está bastante centralizado.

BRIOZOARIOS

Grupo de animales acuáticos pequeños, habitualmente fijados y reunidos en colonias, que superficialmente se parecen a los celenterados, pero son más complejos. Poseen tentáculos ciliados para su alimentación; un ano y un celoma, o cavidad interpuesta entre la piel y el tubo digestivo. Carecen de sistema circulatorio y de segmentos o anillos.

Mamíferos. - Animales de sangre caliente, con pelos, cuyos hijos se alimentan con la leche de la madre. Excepto los monotremas, son vivíparos.

…teros. - Incluyen a los …gos. Son mamíferos pla… con alas membranosas …rcan sus miembros supe… sus largos dedos.

Primates. - Orden de mamíferos placentarios que incluye al hombre, además de los monos. Generalmente poseen miembros prensiles adaptados para trepar.

…esdentados. - Ma…íferos placentarios, …n sistema dentario …completo. Ej.: oso …rmiguero.

Insectívoros. - Placentarios primitivos "casi prehistóricos", que se alimentan de insectos. A ellos pertenecen el topo y el menor de los mamíferos: el musgaño enano (3½ cm.).

Aves. - Vertebrados de sangre caliente, o sea, de temperatura interior prácticamente independiente de la del ambiente. Ovíparos, descendientes de los reptiles, su característica privativa son las plumas.

Marsupiales. - Mamíferos vivíparos, cuyos hijos, que nacen después de una gestación muy breve, necesitan concluir su desarrollo en una bolsa abdominal, de la madre, formada por un repliegue de la piel del vientre, dentro de la cual se hallan las mamas. Ej.: canguro, zarigüeya, koala, lobo de Tasmania.

Reptiles. - Vertebrados terrestres de sangre fría. Piel seca, cubierta de placas. Respiran por medio de pulmones, son ovíparos y no necesitan volver al agua para reproducirse. Ej.: tortugas, cocodrilos, serpientes, lagartos.

NEOGNATOS
IMPENADOS
PALEOGNATOS
QUIRÓPTEROS
PRIMATES
INSECTÍVOROS
DESDENTADOS
…OEDORES
MARSUPIALES
PLACENTARIOS
MONOTREMAS
MAMÍFEROS
AVES
SAURIOS
OFIDIOS
COCODRILÍNEOS
QUELONIOS
REPTILES
ANFIBIOS
ACTINOPTERIGIOS
COANICTIOS
ELASMOBRANQUIOS
CICLÓSTOMOS

Monotremas. - Mamíferos ovíparos, ponen huevos membranosos. Carecen de dientes. Son los únicos mamíferos venenosos. Ej.: ornitorrinco, equidna.

Anfibios. - Vertebrados de sangre fría que suelen regresar al agua para reproducirse. Poseen pulmones pero también respiran a través de su piel húmeda. Fueron los primeros vertebrados terrestres, hace 280 millones de años. Ej.: ranas, sapos, salamandras.

…ios. - Adaptados a la vida …ica, estos mamíferos casi …uidos comprenden al du… Miembros transformados …etas. Hervíboros.

Coanictios. - Peces con coanas, o sea, con narices que se abren en la faringe. Aletas con lóbulos carnosos. Ej.: celacantos, peces pulmonados.

Actinopterigios. - Comprende a la mayoría de los peces comunes. Su esqueleto es óseo. Piel cubierta de escamas.

Elasmobranquios. - Peces con esqueleto cartilaginoso, escamas y mandíbulas. Sólo una clase de arenque posee opérculos que cubren sus agallas o branquias.

Ciclóstomos. - Cordados provistos de vértebras cartilaginosas. Carecen de mandíbulas, escamas y huesos. Ej.: lamprea.

BRAQUIÓPODOS

Su cuerpo no presenta divisiones exteriores. Su caparazón se compone de dos valvas. Mediante cilias producen una corriente de agua que atrae los alimentos hacia la boca. Los individuos adultos son fijos, mediante un tallo o una concha. Fueron importantes en eras geológicas pasadas, pero ahora son muy reducidos.

ARTRÓPODOS

Forman el grupo más numeroso de seres vivos. Comprenden los insectos, arañas, cangrejos, ciempiés, etc. Su esqueleto es exterior y articulado. Se dividen en segmentos, cada uno de ellos con patas movibles, que pueden convertirse en otros órganos (mandíbulas o "quelíceros", por ejemplo). La cavidad interpuesta entre la epidermis y el tubo digestivo es reducida. Sistema nervioso bien organizado.

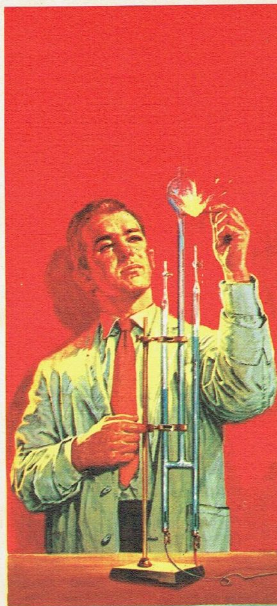
EQUINODERMOS

Sus principales representantes son el erizo de mar y la estrella de mar. Sus órganos se disponen alrededor de un eje, como los rayos de una rueda, de manera que su simetría básica es "radiada". Un caparazón calcáreo, con púas, suele protegerlos. Sus pies huecos cooperan a veces en la alimentación. Sus larvas poseen una simetría bilateral como los vertebrados. Su celoma o cavidad intermedia se encuentra bien desarrollada.

CORDADOS

Todos los vertebrados y otros pequeños grupos sin columna vertebral son cordados. En alguna etapa de su evolución (a menudo, en la fase embrionaria) presentan hendiduras branquiales y una varilla elástica o notocordio. Contrariamente a los gusanos su sistema nervioso es dorsal, no ventral. En los embriones de los vertebrados terrestres la columna vertebral se forma a expensas del notocordio y envuelve el sistema nervioso, bien desarrollado.

EL AGUA

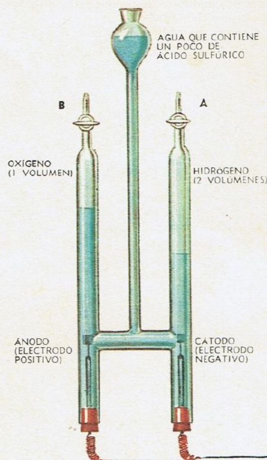


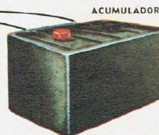
El químico muestra que uno de los gases es oxígeno. Este gas hace que una astilla con un punto en ignición estalle en brillante llamarada.

La química es la ciencia de las sustancias, es decir de las cualidades permanentes de los cuerpos a través de sus sucesivos cambios. Una sustancia química es un cuerpo que se distingue exactamente por sus propiedades químicas.

Algo más de cien sustancias químicas son elementos, es decir, que no se las puede dividir químicamente en otras sustancias más simples. Todas las demás se pueden descomponer químicamente en los elementos antedichos. Al combinarse esos elementos forman compuestos cuyas propiedades son completamente diferentes de las de sus integrantes: así, la asociación de un cierto número de átomos de oxígeno con una cantidad doble de átomos de hidrógeno, forma agua, liquido completamente diferente de los gases que le dieron origen. En resumen, existen millones y millones de sustancias químicas perfectamente definidas, pero todas ellas resultan de la unión en formas y proporciones diferentes de los elementos o ladrillos que constituyen el mundo físico.

Cuando la Tierra era aún caliente, el hi-

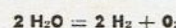




El voltámetro de Hoffmann se llena de agua acidulada (conductora de la electricidad). Se cierran las llaves superiores A y B y se hace circular una corriente eléctrica. Se acumula doble cantidad de gas en el cátodo (polo negativo) que en el ánodo (positivo).



Dos moléculas de agua se disocian para dar dos moléculas de hidrógeno y una de oxígeno. Esto explica por qué el volumen del hidrógeno es el doble que el del oxígeno. La ecuación química correspondiente se escribe así:



$$2\,H_2O = 2\,H_2 + O_2$$





En ambas figuras vemos sulfato de cobre. El cristal, aunque aparentemente seco al tacto, debe su color y forma al hecho de que sus moléculas están unidas a moléculas de agua.



El hidrógeno arde en el aire al combinarse con el oxígeno. Al arder, se forman gotitas de agua sobre la superficie fría del matraz lleno de hielo. Esta agua no puede provenir de la humedad del hidrógeno, porque antes se lo ha secado con cloruro de calcio anhidro, sustancia muy ávida de agua.

drógeno gaseoso, muy liviano, debió escapar a su atracción gravitatoria; lo hace aún, aunque en menor medida. La Tierra sólo ha retenido el hidrógeno combinado en moléculas que por su peso (la celulosa, por ejemplo) o su cohesión (verbigracia el agua), impedían que los ligerísimos átomos de hidrógeno huyesen de la atracción terrestre.

COMPOSICIÓN DEL AGUA

El agua es el *compuesto* químico más abundante de la corteza superficial de la Tierra. Se compone de dos *elementos,* hidrógeno y oxígeno, combinados en la proporción de dos átomos de hidrógeno por cada átomo de oxígeno.

Para demostrar inequívocamente la composición del agua es necesario, en primer lugar, descomponer agua pura en sus elementos, y, en segundo lugar, volver a formar agua utilizando exclusivamente dichos elementos.

DESCOMPOSICIÓN DEL AGUA

El método más demostrativo se ilustra en esta nota. Se basa en la electrólisis o descomposición de una sustancia por medio de la corriente eléctrica. Como el agua pura es muy poco conductora se le añade un poco de ácido sulfúrico, para facilitar la reacción, pero éste se recupera íntegro al final de la experiencia; es decir que no cambia ni se consume durante ella.

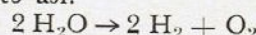
Una vez cerradas las llaves de paso A y B se conectan los electrodos de platino a una batería (el platino, porque es un metal inerte que no participa en la reacción). Al circular la corriente por el agua la descompone en hidrógeno y oxígeno, y se ven salir burbujas de gas en cada electrodo. Del electrodo negativo o cátodo se desprende el hidrógeno, pues cuando los átomos de este gas pierden un electrón, adquieren una carga positiva y son atraídos por la electricidad de signo contrario. Del electrodo positivo o ánodo se desprende oxígeno por razones semejantes.

El volumen de hidrógeno que se recoge es el doble del de oxígeno. Como sabemos que volúmenes iguales de gas, a la misma temperatura y presión, contienen el mismo número de moléculas (en este caso cada una es de dos átomos), deducimos que el agua se compone de dos átomos de hidrógeno por cada uno de oxígeno.

Si se abre la llave B y se le acerca una brasa en ignición, ésta estalla en una resplandeciente llamarada provocada por su combustión en oxígeno puro. Si se abre la llave correspondiente al hidrógeno y se le permite mezclarse con el oxígeno del aire, al acercarse una cerilla encendida se producirá una explosión o llama.

LA ECUACIÓN QUÍMICA

Vimos ya que los elementos se representan por *símbolos,* y que las sustancias compuestas se escriben mediante *fórmulas,* que representan la cantidad de átomos que contienen y, a menudo, su posición respectiva. Nos falta ahora estudiar la *ecuación química,* que expresa una reacción o transformación de una sustancia en otra u otras. Por ejemplo, dos *moléculas* de agua dan una molécula bi-atómica de gas oxígeno y dos moléculas de hidrógeno. La ecuación de la descomposición del agua se escribe por lo tanto así:

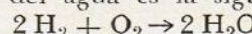


$$2\,H_2O \rightarrow 2\,H_2 + O_2$$

La unión de los átomos de oxígeno con los átomos de hidrógeno es muy enérgica y desprende mucho calor: el agua que resulta de la combinación es, por lo tanto, un compuesto muy estable, que necesita gran energía u otro elemento más poderoso para ser descompuesto. La razón de la unión íntima de los átomos de esta sustancia es que todos ellos comparten los electrones del hidrógeno y completan, así, sus capas periféricas exteriores.

SÍNTESIS DEL AGUA

Es un experimento de laboratorio destinado a demostrar que el agua se compone exclusivamente de oxígeno e hidrógeno, en las proporciones de un átomo del primero y dos átomos del segundo. Para iniciar la reacción se necesita un punto de ignición (o un catalizador), y se observa, entonces, el fenómeno inverso de la descomposición electrolítica. La ecuación que representa la síntesis del agua es la siguiente:



$$2\,H_2 + O_2 \rightarrow 2\,H_2O$$

Debido a la enorme afinidad de los átomos de oxígeno por los de hidrógeno se desprende una enorme cantidad de calor, y el vapor de agua que se produce resulta invisible. Sin embargo, si se lo condensa sobre una superficie fría, las gotas de agua podrán ser recogidas, pesadas y ensayadas. Se comprueba así que se obtiene agua pura. Para refutar la posible objeción de que el agua condensada fuera sólo el vapor arrastrado por los gases, éstos atraviesan previamente una sustancia desecante, el cloruro de calcio, sumamente ávido de agua.

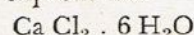
PROPIEDADES DEL AGUA

El agua, producto de la combustión del hidrógeno y del oxígeno, es sumamente *estable,* porque para descomponerla es necesario restituirle la energía que desprendió al formarse. Evidentemente metales más enérgicos que el hidrógeno, como el sodio, el potasio y el litio, la descomponen en frío. Las temperaturas más elevadas, que proporcionan una parte de la energía necesaria y tienden a dislocar los lazos entre los átomos, favorecen la descomposición. A 600°C el vapor de agua que pasa sobre coque (carbono casi puro), se descompone en monóxido de carbono e hidrógeno, procedimiento industrial. El calcio metálico necesita mucho menos calor para producir una reacción similar, y el hierro lo hace muy lentamente a la temperatura ambiente y con gran velocidad cuando el calor es muy enérgico.

El agua no tiende a entregar su oxígeno, ni a quitarlo de otros cuerpos. En química se dice que es un débil oxidante y un pobre reductor; pero ciertos cuerpos más activos que el oxígeno, como el flúor, lo desalojan violentamente y descomponen así el agua.

Existe un *agua de combinación.* Muchos minerales y cristales, que a primera vista están perfectamente secos, contienen agua vinculada a sus moléculas por atracciones

eléctricas; dicha agua pertenece a su estructura. Estas sustancias se llaman *hidratadas,* como, por ejemplo, los cristales azules de sulfato de cobre (si se los calienta en un tubo de ensayo pierden su agua de combinación y se transforman en un polvo blanco grisáceo, denominado sulfato de cobre anhidro, o sea, sulfato de cobre sin agua). La fórmula del cloruro de calcio hidratado se expresa así:



$$CaCl_2 \cdot 6\,H_2O$$

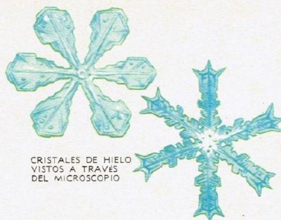
Y lo mismo ocurre para las demás sales.

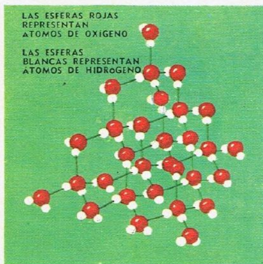
MOLÉCULA DE AGUA

El estudio físico de la molécula de agua muestra que tiene la forma aproximada de un triángulo equilátero, con el átomo de oxígeno en una punta y los átomos de hidrógeno en cada uno de los dos vértices restantes. En otras palabras, dicha molécula está *orientada,* porque el átomo de oxígeno tiene carga positiva y los átomos de hidrógeno, carga negativa, ya que los tres átomos comparten sus electrones.

En el *vapor de agua* no se presentan problemas graves porque, debido a la velocidad que les imparte la temperatura, las moléculas son prácticamente independientes entre sí. En el agua líquida la *cohesión* es importante. Los átomos positivos de hidrógeno son atraídos por los átomos negativos de oxígeno y recíprocamente, de manera que el agua, que por su escaso peso molecular (inferior al del nitrógeno, del oxígeno y del anhídrido carbónico) debiera ser un gas, es líquida. Esta atracción es también la responsable de la *tensión superficial* del agua, que forma las gotas y que, como veremos más adelante, explica su ascensión por los tubos capilares, debido a que las moléculas exteriores sufren la atracción de las interiores sin compensación desde afuera.

El caso del hielo es curioso. El oxígeno posee *cuatro* electrones exteriores, de los cuales comparte sólo dos con los átomos de hidrógeno: esto le permite atraer otra molécula de agua, siempre que ella se encuentre en la posición adecuada. Aunque esta unión, denominada puente de hidrógeno o *unión covalente coordinada,* es débil, determina la orientación de las moléculas en el hielo, y es fácil demostrar que éste ocupa mayor volumen que el agua líquida y que, por lo tanto, es menos denso que ella. La difracción por rayos X revela que las moléculas de hielo son enormes mallas o redes cristalinas, cuyas moléculas están dispuestas de modo que los vecinos de cada átomo de oxígeno son cuatro átomos de hidrógeno, dos de ellos para formar la molécula de agua y otros dos ubicados a mayor distancia. El resultado de todo esto es una estructura abierta, es decir, un gran espacio libre, debido a la dirección de los llamados puentes de hidrógeno. Cuando el hielo se derrite algunos de estos puentes de hidrógeno se rompen y se observa un mayor acercamiento de las moléculas desordenadas. Por eso, el agua líquida es más densa que el hielo, y éste flota sobre ella (el peso específico del hielo es de 0,92, mientras que la densidad del agua a 4°C es igual a 1).





Los átomos de oxígeno tienden a atraer fuertemente al único electrón de los dos átomos de hidrógeno. El oxígeno, con dos electrones suplementarios, queda cargado negativamente. El hidrógeno, privado de sus electrones negativos, adquiere una carga positiva. Las cargas de signo contrario de las distintas moléculas se atraen, y se edifican grandes redes cristalinas de hielo.

OTRAS PROPIEDADES DEL AGUA

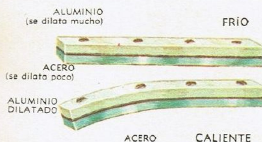
A una temperatura superior a los 374°C el agua es un *gas* perfecto: ello significa que sus moléculas se mueven con tal energía que ninguna presión puede transformarla en un líquido. Se la denomina *vapor* cuando puede licuarse por simple presión. • La presión a la que se licua el agua al llegar a los 374°C es de 274 atmósferas. Se denomina a ambas *presión* y *temperatura críticas.* • Cuando el hielo se derrite, el agua que se forma contiene aún microscópicos cristales en solución; por eso, su viscosidad se reduce a la décima parte, entre 0° y 100°C. • Pero los puentes de hidrógeno, o atracción entre las moléculas de agua, siguen actuando a elevadas temperaturas: de aquí que el punto de ebullición (cuando el agua se transforma en vapor) y la cantidad de calor necesario para evaporar el agua, sean muy elevados. • El agua pura es mala conductora de la electricidad, porque a 25°C sólo una molécula de cada diez millones se disocia en iones hidrógeno H+ y oxhidrilo OH— capaces de transportar cargas eléctricas; sin embargo, es un millón de veces más conductora que otros líquidos no metálicos, como por ejemplo el tolueno. • El vapor de agua a una densidad de 400 gr. por litro es capaz de disolver mucha sal, propiedad que se aprovecha extensamente en la industria. • A 1.200°C de temperatura la molécula de agua se disocia casi totalmente en radicales libres (iones H+ y OH—, o sea cationes de hidrógeno y aniones oxidrilo). • Debido a que el hielo ocupa mayor espacio que el agua líquida, una presión enérgica lo licua, lo que es fácil de demostrar apretando fuertemente el filo de un cuchillo contra un bloque de hielo. • En condiciones de laboratorio, y a presiones superiores a 2.000 atmósferas, se eliminan los vacíos dentro de los cristales de hielo, y se obtienen cinco clases diferentes de menor volumen, que son reversibles cuando dicha presión se elimina. • La cohesión o atracción recíproca entre las moléculas de agua es tal que para romper una columna de 1 cm². de sección se requiere una fuerza de 15.000 kg. • Se dice que el agua *moja* las paredes de un tubo cuando por razones químicas o eléctricas adhiere a éste y asciende por él; debido a la cohesión entre las moléculas arrastra al conjunto de agua restante y, si el tubo es delgado, se observa un ascenso muy sensible de la columna de agua. El fenómeno se denomina *capilaridad,* porque se observa mejor en tubos delgados como cabellos. • Sabemos que las bases en solución emiten iones oxhidrilos y que los ácidos emiten iones de hidrógeno; el agua es, por lo tanto, un solvente excelente de las sustancias que se disuelven en iones, que son los mismos que los que ella libera. Sin embargo, no sólo disuelve sustancias iónicas: el alcohol etílico, por ejemplo, se disuelve también en cualquier proporción. • El peso molecular del agua es de 18: 16 por el átomo de oxígeno, y 1 por cada uno de los átomos de hidrógeno; existe un agua pesada cuyo peso molecular es igual a 20, porque consta de hidrógeno pesado o deuterio cuyo átomo tiene masa 2. • El agua pesada es inerte; todos los animales y los vegetales morirían de sed si tuvieran que vivir de ella. • Se observan, a veces, cañerías que se congelan a cerca de 20°C o plantas de maíz que sufren heladas arriba de los 4°C; esto se debe a la estructura particular del agua. En efecto, si se introduce en ella minúsculas cantidades de gas metano, éste rompe las uniones entre las moléculas, reduce la cohesión y favorece el reordenamiento en cristales de las moléculas de agua. • El agua oxigenada H_2O_2, o peróxido de hidrógeno, es un compuesto inestable que contiene más oxígeno que el agua común y tiende a liberarlo; por eso se lo utiliza en los procedimientos de blanqueo. • El agua tiene un color azul en espesores superiores a los 2 m.; los otros matices que presenta son debidos a impurezas o reflexión del cielo.

LOS TERMOSTATOS

Los termostatos son dispositivos que uniforman una temperatura, mediante la supresión o regulación del calor cuando ésta sobrepasa cierto límite, y que automáticamente reinician la provisión de energía cuando la temperatura desciende en exceso.
Aparte de sus aplicaciones industriales, que tienen ya más de 80 años, los termostatos invadieron la vida doméstica (hornos, planchas, calefacción central, etc.). Es importante observar que el termostato *se guía por un resultado fijado de antemano*, y no depende, por lo tanto, de la precisión con que se lo construye.

DOS TIPOS PRINCIPALES DE TERMOSTATOS

Existen termostatos que *cortan* la provisión de energía o de corriente eléctrica cuando la temperatura sobrepasa un límite prefijado, y otros termostatos que sólo *regulan* el acceso de calor o de combustible, según la temperatura ambiente. En otros términos, *en los primeros, la interrupción es brusca, y en los segundos, el ajuste es gradual.* Se entiende que ambos restauran la provisión de calor cuando la temperatura no alcanza a lo previsto.



Dos tiras de metales diferentes, unidas entre sí, forman una barra que se encorva con el calor si uno de los metales se dilata más que el otro.

CONSTRUCCIÓN DE UN TERMOSTATO

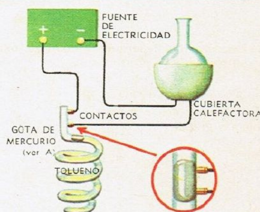
Los elementos de un termostato son: 1º) un dispositivo sensible a los cambios de temperatura, que puede ser un termómetro, como en el caso que se ilustra del termostato de mercurio y tolueno; y 2º) una llave o regulador que automáticamente corta, inicia, disminuye o aumenta el suministro de energía, según varíe la temperatura.

EL TERMOSTATO BIMETÁLICO

Este tipo, utilizado para encender o cortar corrientes eléctricas, consiste en dos laminillas de metal soldadas en *toda su longitud, y cuyo coeficiente de dilatación es muy diferente.* Cuando esa lámina doble se calienta, el metal que más se dilata la hace inclinar en cierta dirección e interrumpe el contacto eléctrico; entonces el aparato se enfría, la lámina recupera su posición primitiva y se restablece el circuito. En un termostato bimetálico un extremo es fijo y el otro descansa contra un contacto eléctrico. Las variaciones de forma de laminillas cierran y abren el circuito, de acuerdo con objetivos preestablecidos, que se obtienen acercando o alejando el contacto del extremo del bimetal, es decir, fijando la curvatura a la que se desea que se corte la corriente. Se entiende que una curvatura mayor requerirá una temperatura más elevada, y una curvatura menor, una temperatura más baja, para que se interrumpa el circuito.
Existen termostatos que no cortan bruscamente la provisión de energía (especialmente de combustible) pues se basan en un principio diferente. Antes de llegar a los quemadores, el gas combustible debe atravesar una válvula de control. Una parte de la válvula es un tubo de bronce cuya dilatación térmica es considerable, y la otra una varilla de invar cuyas dimensiones no se alteran prácticamente con la temperatura. Cuando el calor aumenta, el bronce se dilata, acerca su parte de válvula a la de invar, que permanece inmóvil, y tiende a obstaculizar el acceso del gas. Al producirse un enfriamiento el proceso ocurre a la inversa.



Termostato de una plancha eléctrica. La perilla de control determina la altura que debe alcanzar la tira bimetálica para cerrar el circuito.

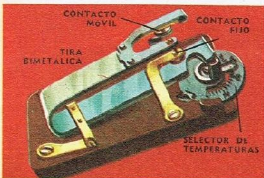


A — Cuando la gota de mercurio toca simultáneamente los dos contactos, permite el paso de la corriente eléctrica hacia el receptáculo calefactor.

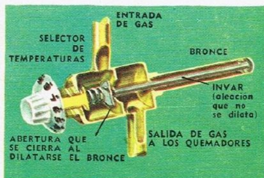
Un tipo de termostato muy sensible, utilizado en los laboratorios. El tubo de vidrio en espiral contiene un líquido llamado tolueno, que se expande considerablemente con el calor. A medida que se dilata, el tolueno empuja una gota de mercurio; pero éste conduce la electricidad, de modo que cuando se encuentra entre los dos contactos eléctricos cierra el circuito y la corriente circula por el aparato.

USOS DIVERSOS

En resumen, el termostato es un instrumento que responde a la temperatura y que se usa como dispositivo para controlarla. Su uso práctico se remonta a la década de 1880, y los modelos iniciales regulaban los hornos y la calefacción central de los grandes edificios.
Al final de la guerra mundial el uso doméstico en los quemadores, refrigeradores eléctricos y para el acondicionamiento del aire se extendieron extraordinariamente. El aire acondicionado, en especial, requirió condiciones de operación individual bastante delicadas, que tendían a eliminar el modelo *abrir o cerrar* para sustituirlo por el tipo de la acción gradual en base a una posición predeterminada.
Existen aparatos dobles que regulan las temperaturas durante la noche y el día o durante el invierno y el verano, con selectores manuales o automáticos, que fijan el punto de inversión; los hay de inmersión para la temperatura de los líquidos en los tanques; otros actúan simplemente en los límites peligrosos a que puede llegar una reacción química; y por último, los hay exteriores en las calderas, para los casos en que falle la regulación interior del vapor. Pueden ser eléctricos, electrónicos o hidráulicos, como los termómetros. Se los utiliza en los generadores de calor, en las heladeras domésticas, en las válvulas para líquidos y en un sinnúmero de motores.



Como la mayoría de los termostatos, éste (regulador de una instalación de calefacción central) contiene una tira bimetálica que transporta una corriente eléctrica y funciona como un interruptor cuando corta el contacto.



Termostato de un horno de gas. Cuando se calienta el tubo de bronce, éste se expande, cierra el orificio y reduce la entrada de gas a los quemadores. Al enfriarse, se verifica el proceso inverso.

CÓMO LA ENERGÍA SOLAR PROPORCIONA NUESTRA ALIMENTACIÓN

Los animales gastan fuerza y construyen su propio organismo. Para ello utilizan sustancias complejas, que encierran energía química suficiente y los materiales necesarios para construir o reparar sus propios órganos.
Una cadena de animales exclusivamente carnívoros no tiene sentido. En un extremo debe encontrarse un herbívoro que obtiene su energía de los vegetales. En efecto, éstos son los únicos organismos capaces de partir de sustancias simples y de la energía de la luz para sintetizar las sustancias complejas que necesitan para vivir ellos mismos y los animales.
Este proceso se conoce con la denominación de *fotosíntesis.*

RELACIONES ENTRE ANIMALES Y VEGETALES

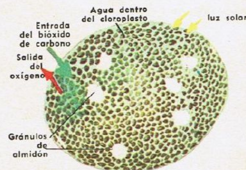
En el plancton de los océanos se observa claramente que las fluctuaciones de la población animal corresponden exactamente a la abundancia de vegetales, que dependen de la temperatura y de la iluminación. El gráfico muestra que al llegar la primavera aumenta el número de plantas verdes pero que le sigue luego un incremento de animales que las devoran; el número de plantas decae nuevamente por exceso de consumo y luego la cantidad de animales por falta de alimentos.

QUÉ ES LA FOTOSÍNTESIS

Se trata de un importante proceso natural que se lleva a cabo mediante una diversidad de pigmentos verdes denominados *clorofila.* Consiste en la produción mediante la luz de ciertos compuestos orgánicos (principalmente complejos a base de azúcares) a partir de materiales inorgánicos con liberación simultánea de oxígeno por las células verdes. Este proceso exige una provisión de energía en forma de luz, ya que sus productos (azúcares, almidones, celulosa y oxígeno) contienen una energía calórica mucho mayor que sus materias primas: el agua y el bióxido de carbono. Esto se ve claramente en el proceso inverso, es decir en la combustión de los materiales vegetales como, por ejemplo, la leña.
En resumen, la fotosíntesis consiste en acumular energía luminosa en forma de energía química que será luego utilizada por los animales en sus movimientos y actividades diversas. La fotosíntesis es la única fuente de materia orgánica y de energía viva en nuestro planeta.

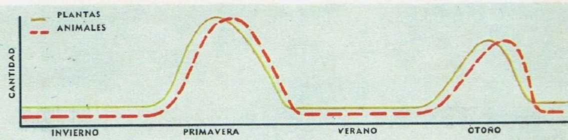
UN PROCESO EN VARIAS ETAPAS

En las plantas terrestres la mayor parte de la clorofila se concentra en las hojas, en gránulos denominados *cloroplastos.*
Debido a un gigantesco trabajo de investigación de los fisiólogos, bioquímicos y otros sabios, se sabe que la fotosíntesis es un proceso complejo. Sus dos partes principales son: una reacción fotoquímica (con intervención de la luz) primaria, en la que la energía solar captada por la clorofila se convierte en energía química; se obtiene un producto intermedio rico en energía pero no claramente definido. La segunda parte consiste en una reacción *a oscuras* acelerada por una enzima (catalizador que activa las reacciones químicas) y mediante la cual se elaboran los productos finales, es decir, el azúcar y los almidones, al tiempo que se libera el oxígeno.



Corte de un cloroplasto en el que se ilustran los diversos factores que dan lugar al proceso de la fotosíntesis.

VARIACIÓN DE CANTIDAD DE PLANTAS Y ANIMALES DEL PLANCTON CON LAS ESTACIONES



VAPOR DE AGUA

TUBOS DEL XILEMA

ENTRADA DEL BIOXIDO DE CARBONO O ANHIDRIDO CARBONICO

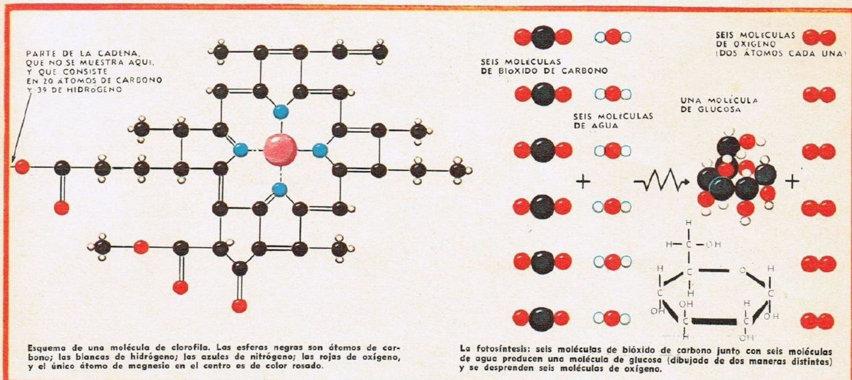
SALIDA DEL OXIGENO

ENTRADA DEL BIOXIDO DE CARBONO O ANHIDRIDO CARBONICO

SALIDA DEL OXIGENO

SALIDA DEL OXIGENO

Corte de una hoja en el que se ve cómo el bióxido de carbono penetra por los poros o "estomas". El oxígeno producido por la fotosíntesis sale por los mismos poros. El agua (flechas azules), pasa por el xilema (conductos acuíferos) hasta las células de la hoja. Una parte del agua participa de la fotosíntesis junto con el bióxido de carbono; una proporción apreciable se evapora a través de los estomas.



Esquema de una molécula de clorofila. Las esferas negras son átomos de carbono; las blancas de hidrógeno; las azules de nitrógeno; las rojas de oxígeno, y el único átomo de magnesio en el centro es de color rosado.

La fotosíntesis: seis moléculas de bióxido de carbono junto con seis moléculas de agua producen una molécula de glucosa (dibujada de dos maneras distintas) y se desprenden seis moléculas de oxígeno.

ATMÓSFERA Y VEGETACIÓN

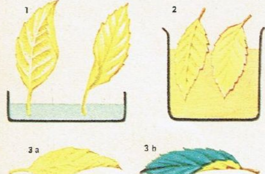
A nivel del mar hay sólo tres partes de bióxido de carbono por cada diez mil partes de aire. Se calcula que los vegetales consumen anualmente un poco más de 1/30 de esa cantidad, por lo que en 30 años consumirían todo el anhídrido carbónico disponible en la atmósfera.
Sin embargo la proporción de bióxido de carbono en el aire es prácticamente invariable, a pesar de que, según los cálculos, los vegetales transforman casi 100.000 millones de toneladas de carbono en materia orgánica cada año. En efecto, todos los animales inhalan oxígeno y restituyen bióxido de carbono. Además la combustión de carbón, petróleo y otras formas de *energía fósil* constituye un aporte no despreciable. Por último, los volcanes emiten mucho bióxido de carbono, así como los microorganismos de la putrefacción.

FISIOLOGÍA E IMPORTANCIA DE LA FOTOSÍNTESIS

La fotosíntesis es el mayor proceso químico que ocurre en la Tierra. Aunque el oxígeno, el anhídrido carbónico y una serie de minerales que se necesitan en pequeñas cantidades recorren un ciclo y son continuamente vueltos a usar, no hay proceso reversivo para la luz que se emplea en ella. En otras palabras, la energía luminosa no es regenerada y la vida en la Tierra sólo puede mantenerse por la provisión constante de energía solar y su utilización por los vegetales.
La turba, el carbón, el petróleo, no son más que energía fósil acumulada por fotosíntesis en pasadas eras geológicas. Si exceptuamos la fuerza del viento, de una parte del agua y las radiaciones nucleares, toda la energía necesaria para la humanidad proviene actualmente del Sol.
Por otra parte la ciencia moderna ha llegado ya a sintetizar diminutas cantidades de material vegetal utilizando sólo fragmentos de células vivientes. El descubrimiento de la fotosíntesis sintética es la gran esperanza para la nutrición futura de la humanidad, que se expande sin cesar.



1. Se cubre la hoja durante dos días con un papel opaco que impide el paso de la luz: de esta manera pierde sus reservas de almidón. 2. Luego se corta una cruz en el papel y se la expone por cuatro o más horas a la luz; se sumerge la hoja desnuda en agua hirviente y después en alcohol para extraer su clorofila. 3. La hoja se coloca en una solución de yodo, en yoduro de potasio. 4. La reacción típica del yodo con el almidón es un color azul que se forma exclusivamente en la cruz que fue expuesta a la luz.



1. Se quitan dos hojas de una planta privada de almidón y se unta con vaselina una cara de la primera y la capa opuesta de la segunda; los tallos de ambas se sumergen en agua. 2. Se retira la mayor parte de la vaselina y se sumerge a las hojas en una solución de yodo, en yoduro de potasio. 3a. La planta cuyos poros fueron obstruidos por la vaselina no produjo almidón. 3b. La planta cuyos poros quedaron abiertos para la entrada del bióxido de carbono produjo almidón, puesto de manifiesto por su característico color azul en la solución yodo-yodurada.

EL DETALLE DE LA FOTOSÍNTESIS VEGETAL

El aparato fotosintético de la planta necesita reunir las materias primas en un solo punto: el cloroplasto de las hojas. Las materias primas más importantes son el agua, el anhídrido carbónico y la energía del Sol.
El agua llega a las hojas desde las raíces recorriendo por capilaridad los tubos del xilema.
El anhídrido carbónico o bióxido de carbono se obtiene directamente de la atmósfera. Pero para penetrar en las células debe estar disuelto, de modo que existe una capa de agua que tapiza las membranas celulares y permite la disolución del anhídrido carbónico, que llega así hasta el cloroplasto. Debido a esto la transpiración o pérdida de agua por los poros de la hoja es prácticamente inevitable.
Por último, la luz solar llega a través de la transparente epidermis de la hoja. Aunque sólo una reducida porción de la luz absorbida llega hasta la clorofila, ésta la utiliza casi totalmente.
En el proceso intervienen además la clorofila y algunas enzimas, elementos esenciales que no se consideran materias primas porque se encuentran intactos al finalizar la reacción.

BIOQUÍMICA DE LA CLOROFILA

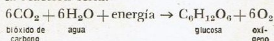
La clorofila es una sustancia fotosensible, es decir capaz de absorber energía luminosa y luego entregarla a otros compuestos químicos, incapaces de absorber por sí mismos determinadas radiaciones. La clorofila no es la única sustancia fotosensible: un ejemplo cotidiano es el del bromuro de plata de la película fotográfica común.
Durante la fotosíntesis la cantidad de clorofila no cambia: es un agente fundamental, pero puede recuperarse íntegramente una vez concluida la reacción.

LOS OLIGOELEMENTOS

Si observamos el esquema de una molécula de clorofila veremos que ésta contiene un átomo de magnesio. Las plantas privadas de magnesio no adquieren el color verde que les es habitual. Estos elementos, que se necesitan en cantidades ínfimas pero cuya carencia puede ser letal, se denominan *oligoelementos*. Así, el cobalto es necesario para ciertas enzimas y el boro es indispensable en la formación de los azúcares.
Por otra parte, la planta necesita nitrógeno para sus proteínas y sus enzimas, pero no puede extraerlo del aire, en el que abunda enormemente, debido a la inercia de la molécula de nitrógeno; lo recibe junto con el agua de las raíces, que también transportan los demás minerales en forma de nitratos.

LA ECUACIÓN DE LA FOTOSÍNTESIS

Si se desea expresar la reacción en forma simplificada, la ecuación de la fotosíntesis es muy sencilla: por un lado tenemos anhídrido carbónico, agua y energía, que constituyen las materias primas; por otro, la glucosa, cuya proporción es la de un átomo de carbono por cada molécula de agua más un sobrante de oxígeno que la hoja exhala. Transcripta en términos químicos la reacción sería:

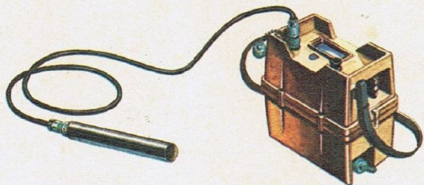


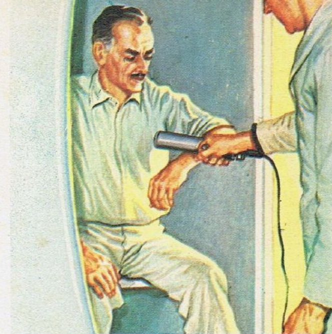
$$6CO_2 + 6H_2O + \text{energía} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

Pero ésta es una supersimplificación, pues la fotosíntesis consta de una cadena muy complicada de reacciones en las que el agua suministra el hidrógeno y libera su oxígeno. Conocemos algunas de las sustancias intermedias que se forman, pero aún no ha podido reconstruirse completamente el proceso de la fotosíntesis.
La velocidad de la fotosíntesis depende de la disponibilidad de bióxido de carbono, de la intensidad de la luz, de la abundancia de clorofila en los cloroplastos y de la temperatura ambiente. Pero estos factores actúan dentro de los límites corrientes: por ejemplo, una luz de intensidad excesiva podría destruir la clorofila y anular el efecto de cualquier incremento posible de los otros factores.
Como el bióxido de carbono es indispensable, la fotosíntesis depende también del grado de apertura de los poros de las hojas que suelen cerrarse por la noche. Cuando la planta pierde mucha agua por la transpiración y ésta no es repuesta por una cantidad equivalente proveniente de las raíces, los poros permanecen semiabiertos y la cantidad de bióxido de carbono que penetra es casi nula.

EL CONTADOR GEIGER-MÜLLER, medidor de la radiactividad

FÍSICA NUCLEAR





Cómo se utilizó un contador Geiger para revelar y medir la presencia de polvo radiactivo, que podría ser peligroso si permaneciera en contacto con el cuerpo humano.

Mediante el contador de Geiger-Müller se revela la presencia de radiaciones ionizantes, principalmente las partículas alfa y beta, y los rayos gamma. En el aparato se producen impulsos eléctricos que, al transmitirse a un altoparlante, se perciben en forma de clics, cuya frecuencia varía con la intensidad de la radiación.

PRINCIPIO DEL CONTADOR GEIGER

En general, los gases son malos conductores de la electricidad. Sin embargo se los puede *ionizar*, es decir, desprender de ellos electrones negativos. Entonces los átomos, que en principio eran eléctricamente neutros, se convierten en *iones* positivos. Las radiaciones atómicas gozan de la propiedad de ionizar los gases y es este fenómeno el que se utiliza para revelar su presencia.

SU CONSTRUCCIÓN

El contador Geiger es el más común de los instrumentos capaces de registrar la presencia de radiactividad. Se compone normalmente de un cilindro metálico negativo, contenido en un bulbo de vidrio que encierra un gas a baja presión, por lo general argón. Por el eje del aparato corre un fino alambre con carga positiva (ánodo) y la diferencia entre ambos electrodos (el hilo y la envoltura metálica) es usualmente de unos 1.000 voltios.

Las partículas ionizantes que atraviesan la cápsula del contador, así como los rayos gamma, engendran iones que son acelerados por la diferencia de potencial. Los iones positivos van hacia la envoltura metálica y los electrones negativos son atraídos por el hilo cargado positivamente. En su camino esos electrones chocan con otros átomos, y, a su vez, los ionizan, de manera que se logra un efecto *en cascada*.

Podría decirse que una corriente eléctrica, en forma de electrones, atraviesa el gas. Esta corriente puede medirse, y para lograrlo se la amplifica y envía a un altoparlante, donde produce una serie de *clics*.

El golpeteo del contador Geiger-Müller no es estrictamente proporcional al número de partículas, puesto que las convierte en una avalancha de electrones, que depende de la naturaleza y la presión del gas encerrado y de la diferencia de potencial entre los electrodos. Si el voltaje es muy bajo no se registra prácticamente ninguna descarga, y el aparato opera como una cámara de niebla (véase pág. 163). Si el voltaje es demasiado elevado los electrones adicionales dan origen a descargas suplementarias y el contador se descarga continuamente. El umbral de voltaje útil es de unos 800 voltios y un buen contador Geiger-Müller se extiende entre 100 y 500 voltios por encima de dicho umbral. El número o la frecuencia de los impulsos puede ser contado por circuitos eléctricos especiales sin intervención humana.

DIRECCIÓN DE LOS RAYOS

Se la averigua mediante el uso de dos contadores Geiger. Cuando una misma partícula atraviesa a los dos contadores, la descarga es prácticamente simultánea, y esta coincidencia se utiliza para eliminar la mayor parte de los impulsos debidos a la radiactividad local. La disposición en coincidencia de los contadores selecciona también las partículas que siguen una determinada dirección: esta técnica se usa, por ejemplo, para medir la distribución angular de los rayos cósmicos.

APLICACIONES

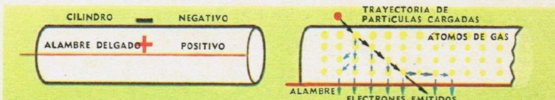
Se usan ampliamente en la industria, en la medicina, en las exploraciones minerales y en la investigación científica.

Industria. Una aplicación típica es la medición del espesor de láminas metálicas: en una de sus caras se coloca una fuente conocida de rayos beta y en la otra un contador Geiger-Müller. Según el número de rayos beta que atraviesan la lámina se deduce el espesor de ésta y se puede obtener, así, una medición continua y exacta del espesor, en la fabricación de láminas metálicas a alta velocidad. También se usan, simultáneamente con una fuente de rayos X, para descubrir fallas en los vaciados metálicos de gran tamaño.

Medicina. Cuando se administra un medicamento radiactivo los contadores Geiger-Müller permiten estimar la intensidad y la rapidez de la concentración en determinados órganos, y apreciar, así, su estado, como también determinar la dosis de medicamento que debe administrarse. Se los utiliza también para descubrir o señalar el agotamiento de fuentes de radiactividad peligrosa (ensayos atómicos).

Geología. Los geólogos llevan contadores Geiger-Müller portátiles y livianos para la búsqueda de minerales radiactivos, como el uranio.

Investigación. Los biólogos y bioquímicos construyen grandes moléculas con algún átomo radiactivo (denominado *trazador*), con el fin de obtener información sobre la cantidad de material presente, la duración del



A la izquierda, corte de un contador Geiger con el delgado alambre que adquiere carga positiva. A la derecha, una partícula cargada que penetra en el aparato arranca electrones de los átomos de gas con los que choca. Los electrones liberados son atraídos por el alambre positivo, y arrastran otros electrones.

elemento y sus vicisitudes a través de los cambios químicos del organismo. También se administran pequeñas dosis de gases radiactivos con el aire que respira el sujeto. En estos casos los contadores no se ven afectados por el espesor de las paredes del cuerpo, porque las partículas ionizantes se generan dentro del mismo contador.

Los contadores Geiger se usan rara vez cerca de los aceleradores de partículas, porque quedarían sumergidos en el enorme caudal de partículas ionizantes.

ARQUEOLOGÍA, GEOLOGÍA Y RADIACTIVIDAD

Hasta hace poco tiempo el método más seguro para determinar el año de un acontecimiento arqueológico se basaba en los anillos de los árboles: es sabido que el espesor y otras características de dichos anillos dependen del clima del año en que se formaron. Si un árbol de 1.000 años de edad muere hoy, su tronco nos proporciona un registro del clima de la zona en el milenio precedente; si encontramos enterrado otro tronco de mil anillos, cuyas doscientas capas exteriores coincidan con las más antiguas del primero, podremos remontarnos 800 años más atrás, y así sucesivamente.

Los geólogos y paleontólogos, por su parte, estimaban en forma similar la edad relativa y la duración de cada era, mediante el espesor de los sedimentos depositados en el fondo de los mares y las lagunas.

La radiactividad, cuyo centinela es el contador Geiger-Müller, provocó una verdadera revolución en la ciencia de la cronología. Se sabe, en efecto, que los elementos radiactivos se desintegran lentamente: en un determinado lapso, particular para cada uno, su radiactividad queda reducida a la mitad de lo que era inicialmente. Si transcurre nuevamente dicho lapso la actividad radiactiva disminuirá hasta la cuarta parte, y así siguiendo. Este intervalo se denomina *vida media* del elemento radiactivo.

Existen elementos, como el uranio o el potasio 40, cuya vida media es de millones de años, y se los utiliza para justipreciar la edad de las más antiguas rocas radiactivas. Otros elementos, como el carbono 14, cuya vida media es de unos pocos miles de años, se emplean principalmente en las investigaciones arqueológicas. Existen, finalmente, elementos cuya vida media es de apenas un millonésimo de segundo, y que no presentan ninguna utilidad para esta clase de investigaciones.

La ciencia de la cronología radiactiva es actualmente tan vasta que se la explicará en forma especial. Nos limitaremos aquí a algunos ejemplos acerca de los métodos empleados.

El carbono 14 radiactivo. El peso del carbono normal es 12; la variedad radiactiva se forma únicamente en la atmósfera por la acción de los rayos cósmicos, y su vida media es de algo menos de seis mil años. Los vegetales absorben el carbono radiactivo (con el anhídrido carbónico) *solamente mientras viven*. Cuando se los corta y mueren, la proporción de carbono 14 en sus tejidos comienza a disminuir gradualmente. Mediante este método los arqueólogos nos dicen, por ejemplo, cuál es la edad exacta de la madera con que se construyó una nave descubierta en los sedimentos del delta del Nilo.

El uranio y el plomo. Después de millones de años, la desintegración del uranio concluye en plomo. Afortunadamente, este plomo difiere del plomo natural porque carece de una de sus variedades, la de peso 204. Se comprende, entonces, que al conocer las proporciones respectivas de uranio y del plomo que de él deriva, los geólogos puedan apreciar la época en que se formó una determinada roca radiactiva.

El potasio 40 y el argón. El peso del potasio normal es 39, pero siempre contiene una pequeñísima proporción de potasio 40, radiactivo. Éste se desintegra muy lentamente y libera un gas, el argón. Los minerales capaces de retener el argón, como la mica, revelan así, al geólogo, el secreto de su edad.



EQUINODERMOS Y CORDADOS

Todos los **EQUINODERMOS** (*piel con espinas*) son marinos y de simetría radial como una rueda. Comprenden reliquias de faunas extinguidas y *finales de series* evolutivas. Muchos poseen placas calcáreas protectoras. Las etapas jóvenes muestran más semejanzas con las de los vertebrados que con las de los otros invertebrados. Comprenden dos tipos:

Los EQUINOZOARIOS se mueven libremente y se dividen en 4 clases:

Asteroides: incluye a las estrellas de mar (*asterias*, 1), con cinco anchos brazos, cada uno de los cuales contiene una subdivisión del estómago.

Ofiúridos: de forma comparable a los precedentes, pero de brazos delgados, que no contienen subdivisiones del aparato digestivo (*ofiura*, 2).

Equínidos: comprende a los erizos de mar, animales esféricos y cubiertos de espinas (*erizo de mar*, 3).

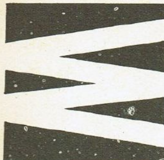
Holotúridos o **pepinos de mar:** alargados y con tentáculos alrededor de la boca (*holoturia*, 4).

El subtipo de los PELMATOZOARIOS sólo consta de una clase —los **crinoideos**— cuyos individuos (*lirios de mar*) se fijan al fondo por un tallo, al menos durante una parte de sus vidas (*antedo*, 5; *rhizocrinus*, 6).

Subreino de los **CORDADOS.** Comprende todos los vertebrados. Poseen cordón nervioso dorsal y *notocordio*, varilla elástica de sostén, que por lo general es caduca y forma luego la columna vertebral. Hay, sin embargo, un tipo de cordados —los PROTOCORDADOS—, forma de transición con escasos representantes, que no poseen columna vertebral. El *balanoglossus* (7) es un animal marino semejante a un gusano, que vive en agujeros que él mismo excava. Pertenece a la clase de los **hemicordados.**

La clase de los **urocordados** o **tunicados** comprende a las ascidias (*ciona*, 8), que al comienzo se asemejan a *renacuajos* (9); pero los adultos son sedentarios y a veces forman colonias.

La clase de los **cefalocordados** comprende al *amfioxus* o *pez lanceta* (10). Posee un notocordio bien desarrollado, muchas hendiduras faríngeas y su forma general es la de un pez. Vive en aguas poco profundas, en las costas de todos los océanos.



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

POR QUÉ MATA EL BOXEO

En un esquema supersimplificado, el cerebro se parece a un ramo de flores. Las flores son las células, o materia gris; los tallos son los cilindroejes, o sustancia blanca, que transmiten los mensajes al resto del cuerpo. Hay, además, interconexiones entre las células, o fibras de asociación, que coordinan su actividad. El cerebro humano normal tiene demasiadas células o "flores", y presenta muchos repliegues. Un colchón de líquido a fuerte presión, que impide o amortigua los choques contra las paredes del cráneo, protege al encéfalo. Los puntos fijos están en la base: por allí salen o entran las fibras nerviosas y los vasos sanguíneos. El cerebro es muy vulnerable a la falta de oxígeno (sin él, una célula nerviosa muere en menos de un minuto) y al tironeo o cizallamiento de las largas fibras blancas, que llegan a veces hasta el extremo inferior de la médula. En las carreras de automóviles se utiliza un casco para moderar eventuales choques contra objetos duros, y evitar fracturas y hemorragias. El peligro de la hemorragia interna es la compresión del cerebro, que obstaculiza la circulación normal de la sangre (si el cirujano no descomprime inmediatamente, el accidentado muere).

El "knock-out" común es una conmoción, es decir, una suspensión temporaria de las relaciones entre las células cerebrales, generalmente sin mayores consecuencias. Pero es evidente que muchos boxeadores mueren sin hemorragias y sin laceraciones visibles del tejido nervioso (los guantes son blandos).

La explicación actual es que el daño se produce cuando, estando ya semiinconsciente el boxeador, un golpe le hace girar bruscamente la cabeza. No se trataría de un impacto en línea recta con un contragolpe del cerebro contra el cráneo, sino de una brusca rotación que corta, como una tijera, ciertas sensibilísimas fibras blancas que vinculan el cerebro al cuerpo. En nuestro esquema del ramo de flores no indicamos que hay grupos de células en el seno del cerebro: son los centros inferiores, o primitivos, que regulan las funciones vegetativas como el sueño, el apetito y otras. Éstas pueden quedar indemnes, pues sus fibras son bastante más delgadas. En otras palabras, el boxeador puede permanecer cierto tiempo con vida latente. No se coloca casco a los boxeadores porque su efecto sería perjudicial: al tener floja la cabeza, el casco aumentaría la masa que gira y reforzaría los efectos del puñetazo. Dempsey, intuitivamente, se adiestraba con pesas en su cuello, para fortificar los músculos que impedirían la rotación de la cabeza.

Todo parece indicar que en el cerebro hay células suplentes, que se denominan "vicariantes". Tanto la guerra como la cirugía han demostrado que después de la pérdida de partes considerables del cerebro, otras células, que al parecer habían estado inactivas, llenan poco a poco la función de las desaparecidas. Se han dado muchos casos en los que sólo es activo uno de los dos hemisferios cerebrales.

En el deterioro lento el boxeador va consumiendo estas reservas; generalmente, sus parientes notan un cambio gradual en su carácter. Debe tenerse en cuenta que las células nerviosas nunca se regeneran, y que los efectos de un segundo golpe son siempre peores que los del primero. Si el boxeador no se retira a tiempo, llega un momento en que sus reservas quedan exhaustas, y se vuelve demente o inútil para el resto de sus días. Se dice que Tunney decidió suspender el boxeo después de recuperarse de una amnesia transitoria, que sufrió durante una sesión de entrenamiento.

LA LUNA, UN FÓSIL MUY BIEN CONSERVADO

La Tierra tiene atmósfera: a lo largo de su historia se irguieron montañas que luego la erosión arrasó lentamente; con los sedimentos se formaron, después, nuevas montañas, y así sucesivamente. En otras palabras, el viento y las lluvias iban borrando la historia. Pero la Luna carece de atmósfera, y todo el polvo interplanetario, que fue reuniendo durante su trayectoria, se acumuló lentamente en su superficie, sin que nada lo perturbara. De aquí el enorme interés de los sabios en obtener muestras, para aclarar el origen de nuestro sistema planetario. Se estudia también la manera de llegar a algún cometa (probablemente el Encke, que esporádicamente se acerca mucho a la Tierra); en efecto, se considera que el núcleo central de los cometas se compone de hielo, estratificado como los sedimentos geológicos, que nos brindaría el registro más antiguo y menos perturbado de todos los procesos que dieron origen al sistema planetario.

COMPENSACIONES DE LA CIENCIA

El fantástico aumento de la población mundial se debe a la disminución de la mortalidad infantil, como consecuencia de los progresos de la medicina, la química y la higiene. El aspecto crítico de esta "explosión demográfica" es la falta de alimentos. El único remedio quizá suficientemente veloz para el hambre del mundo es el desarrollo de la pesca.

La producción anual de plantas comestibles es de unos mil millones de toneladas. La de carne no alcanza a los 100 millones. La de peces, crustáceos y moluscos pasa ya de los 45 millones de toneladas, y se compone principalmente de proteínas.

Además de utilizarse barcos frigoríficos, que operan durante meses, los métodos actuales de pesca incluyen la televisión subacuática, la caza de peces mediante submarinos, su agrupamiento en "manadas" mediante descargas eléctricas o barreras de burbujas, etc. Ya hemos hablado de las enormes redes de nilón y de las granjas piscícolas. Sigue utilizándose el radar y el sondeo con eco para descubrir cardúmenes, y los japoneses, que ostentan el primer puesto de pesca en el mundo, logran apresar peces de profundidad. Existen también señales flotantes, que indican cuándo se aproxima un cardumen, y los biólogos estudian la manera de fomentar la reproducción sexual de los peces. También se conoce el detalle de las corrientes marinas.

Se combate, además, la extinción de algunas especies, como la ballena (la pesca de la ballena azul se ha reducido a la tercera parte), mediante el conocimiento exacto de su lenta reproducción y rápido desarrollo.

Japón pesca más de la séptima parte de la producción mundial. Perú, cuyo desarrollo pesquero ha sido enorme, pesca más de la novena parte. China continental le sigue de cerca. La U.R.S.S. y los Estados Unidos capturan, cada uno, 1/15 de la producción anual. Les siguen Noruega, Canadá, España, la India y Gran Bretaña, que se escalonan del 3 al 2 % cada uno.

La tercera parte del pescado se consume fresco; con una quinta parte se elabora aceite u otros derivados; una sexta parte se come ahumada, y menos de dos décimas se venden en conserva o congeladas, en proporciones iguales. Pero existen peligros, aparte de los frecuentes litigios internacionales. Una amenaza es la química moderna: se pesca ya tanto una especie de sábalo, con cuyo aceite se fabrican jabones y pinturas, que casi se ha extinguido, y ahora se cazan ejemplares demasiado jóvenes. Estos nuevos progresos de la química sustraen alimentos a la humanidad hambrienta. Por otra parte, hay serios motivos para pensar que la alteración del equilibrio biológico puede perjudicar a los moluscos costeros, que suelen reproducirse en cantidades astronómicas. Entre los aspectos favorables está el de los cultivos (utilizado desde hace mucho para las ostras): las granjas de peces marinos (herbívoros, naturalmente) son relativamente nuevas, y también la modificación del sabor de la carne de pescado. En Japón, los habituales salchichas "de cerdo" se elaboran con atún, y tienen exactamente el mismo aspecto y sabor que las genuinas.



CORREO DE LECTORES

CONSULTAS AGRUPADAS

J.C.P. — El **lavado ultrasónico** (la palabra "supersónico" se aplica solamente a velocidades) es perfectamente realizable: existe una máquina ultrasónica para limpieza de instrumentos quirúrgicos. El mayor problema es el de la transmisión a distancia de la agitación molecular que desprenderá la suciedad. El ruido que se percibe, en los casos en que el ultrasonido es puro, se debe probablemente a una vibración armónica (véase pág. 166), de frecuencia menor en el recipiente o en la máquina. Se pueden obtener frecuencias ultrasónicas con platos provistos de paletas, girando en sentido contrario, si su velocidad es suficiente; pero no es éste el método habitual y es de temer que se produzcan muchos efectos indeseables. Suelen utilizarse sustancias "piezoeléctricas" (p. ej. ciertos cristales de cuarzo), que se contraen y dilatan al compás de una corriente alterna.



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

J.A.G. — La expansión del universo fue previamente **deducida** de las ecuaciones de la relatividad. Luego se comprobó que las rayas de los espectros luminosos de las galaxias o nebulosas más alejadas de nosotros, presentaban una desviación hacia el rojo (efecto Doppler), señal inequívoca de su alejamiento. La mejor imagen de esta dilatación sería la gradual separación de todos los puntos dibujados sobre un globo que se infla. La rapidez con que se apartaban era proporcional a su distancia de nosotros, e implicaba una grave objeción a la misma teoría de la relatividad, pues llegaría un momento en que su velocidad sería mayor que la de la luz, lo que, según la teoría de la relatividad, es imposible. Por esta razón, Einstein añadió un coeficiente a su fórmula de gravitación, con el que "cerró el espacio", de manera que, teóricamente, el rayo emitido en la dirección de la mirada de un observador reaparecerá después de miles de millones de años, dando en la nuca del mismo observador.

J.M.N. — Sí. En realidad **los elementos que se encuentran en la naturaleza no son ahora 92**, sino 93, porque no hace mucho se ha descubierto el plutonio en estado natural. Fueron inicialmente sintetizados el tecnecio, el prometio, el ástato, el francio y los de número atómico 94 a 103 inclusive. Del mendelevio (número 101) sólo se obtuvieron 17 átomos.

A.A.R. — Se ignoran todavía los detalles exactos de la **caída del gran meteorito de Tunguska, en Siberia**, en 1908. La investigación sólo comenzó 13 años después. Aparte de la desviación concéntrica y radial de los árboles de la zona incendiada y de algunas muestras, poco es lo que pudo obtenerse de los escasos y rústicos testigos de esta región subártica.

E.N. — Los **pájaros que duermen de pie no caen** debido a un largo tendón que va desde sus dedos hasta el equivalente de nuestro muslo. Cuando la rodilla del pájaro empieza a ceder, el tendón tira, los dedos se aferran a la rama, e impiden que el animal se desplome. El verdadero problema de los pájaros es que su elevada temperatura (metabolismo) —equivalente a una alta fiebre humana— no puede ser mantenida durante el sueño, en el que desciende unos 20°. Muchos pájaros que nadan, aunque sean grandes voladores como el albatros, duermen, principalmente, mientras flotan en el agua.

O.N.C. — El tamaño del átomo es menor que cualquier longitud de onda visible, y, por lo tanto, no puede decirse que el átomo **"tenga" un color**. En cambio, vimos ya en otras notas que los "saltos" de los electrones, entre diferentes órbitas, provocan la emisión o la absorción de determinados colores, que caracterizan al átomo en cuestión.

H.F.T. — Imagine usted un imán en forma de tubo, que luego se corta en "tajadas" o anillos. La dirección de la imantación sigue siendo la del tubo, exactamente como si se tratara de una barra. Debido a esto, es decir, por la dirección de su magnetismo, adhieren los anillos planos a los almanaques.

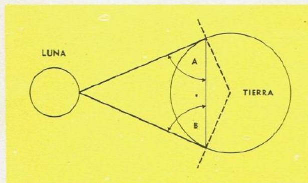
F.B.C. — Los elefantes, como los caballos, **pueden descansar de pie** una buena parte de sus horas de sueño normal. Cuando están en manada, cuatro o cinco de ellos permanecen vigilantes, porque el elefante acostado tarda bastante en levantarse. Es común que un elefante solo, en cautividad, duerma de pie sin acostarse jamás.

P.B. — De las **drogas y remedios que se utilizan ahora** el 50 % era desconocido en 1950.

Y PARA CONCLUIR...

SEPAMOS CÓMO SE CALCULA

La distancia de la Luna. — Hemos comenzado por las mediciones fundamentales (luz, gravitación, etc.) con el fin de introducir paulatinamente a nuestros lectores en la teoría de la relatividad, base de la ciencia moderna. Hoy veremos un medio de apreciar distancias astronómicas que prácticamente se restringe a la Luna, único cuerpo celeste bastante cercano. El principio es muy sencillo: si en el mismo momento dos observadores A y B, situados en puntos alejados de la Tierra, miran la Luna, la verán bajo distintos ángulos. Como se conocen las dimensiones de la Tierra, y por lo tanto la distancia de A a B, los ángulos medidos nos darán, por triangulación, la distancia de la Luna, que es de unos 360.000 Km.



EL ECOSCOPIO

En ciertas fases de la gestación hay que ser muy prudente con los rayos X, porque las radiaciones son peligrosas para el hijo. Con el nuevo "ecoscopio" inventado en Australia se logran imágenes muy fieles mediante simples ondas sonoras que, transmitidas a una pantalla de televisión, se convierten en una figura semejante a una radioscopia.

AZAR Y GENIO

Nace la dinamita. — El padre de Alfredo Nobel fabricaba nitroglicerina, explosivo cuya manipulación es extremadamente peligrosa. Cierto día, un obrero depositó una cantidad del temible líquido en un recipiente rajado. Durante la noche, la nitroglicerina formó con la arena del suelo una masa compacta. Nobel observó que el nuevo producto conservaba el poder explosivo original, pero había perdido su excesiva sensibilidad. La dinamita había sido descubierta, para bien y para mal. Nobel prosiguió sus ensayos mezclando la nitroglicerina con tierra de diatomeas o sustancias porosas análogas.

NOTICIA DE HACE 50 AÑOS

Dirigible. — "El conde von Zeppelin construye el mayor dirigible que jamás se haya visto. Piensa cruzar el Atlántico, de Europa a los EE. UU., en 30 a 60 horas. Naves alemanas se ubicarán a lo largo del trayecto para asistir a la aeronave en caso de que deba descender."

FRASES CÉLEBRES

Dijo Isaac Newton (1643-1727): "Ignoro cómo me juzgará el mundo; pero tengo la impresión de haber sido un niño que jugaba en la playa y descubrió un guijarro más hermoso que los otros, mientras el inmenso océano de la verdad se extendía ante mí, inexplorado."

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	30.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COLOMBIA,	Pesos	2,50	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4.—
*CHILE,	Escudos	0,75	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—	*VENEZUELA,	Bolívares	1,25

Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 13 de enero de 1964